REVUE DE CANMET 1980-81

RAPPORT DE CANMET 81-10F

Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie,
Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources
Ottawa, Canada

Publié en vertu de l'autorisation du ministre
de l'Énergie, des Mines et des Ressources

77 pp

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1981

En vente au Canada par l'entremise de nos

agents libraires agréés
et autres librairies

ou par la poste au:

Centre d'édition du gouvernement du Canada
Approvisionnements et Services Canada
Hull, Québec, Canada K1A 0S9

CANMET
Énergie, Mines et Resources Canada,
555, rue Booth
Ottawa, Canada K1A 0G1

ou chez votre libraire.

N° de catalogue M38-13/81-10F
ISBN 0-660-91008-X

Canada: $5.00
Hors Canada: $6.00

Prix sujet à changement sans avis préalable.

AVANT-PROPOS

Depuis 1901, le Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie (CANMET) s'est consacré à la recherche, au développement, et au transfert de l'information et des technologies dans le but de répondre aux besoins du gouvernement, de l'industrie et de la population en général.

Les réalisations décrites dans le présent rapport donnent une mesure de l'ampleur des travaux de recherche entrepris au CANMET: développement d'un procédé d'hydro-craquage qui permet la conversion pratiquement complète des résidus de pétrole en substances distillables et qui est le fruit d'environ 20 années de recherche intensive autant dans le domaine de la chimie que dans celui du génie; mise au point de nouvelles méthodes de préparation des charbons thermiques, et amélioration des procédés de récupération de l'uranium; progrès dans l'application d'une instrumentation complexe à l'étude du comportement des minerais pendant le traitement; progrès dans le domaine de l'extraction (maîtrise du sol, environnement souterrain, élimination des déchets et homologation en matière d'électricité et d'explosifs); important progrès dans les domaines des récipients sous pression, de la diffractométrie de contrainte à rayons-X, des économies d'énergie dans les fonderies, et des liants dégradables du sable.

Des projets de démonstration destinés à permettre le transfert de techniques de pointe (procédé d'hydro-craquage du CANMET, procédés en lit fluidisé, mélanges charbon-pétrole) ont vu le jour, comblant ainsi des besoins urgents de l'industrie. Le transfert de technologie continue d'être un objectif majeur du CANMET.

Suite à l'adoption au Parlement, en octobre 1980, du Programme énergétique national, on s'attend à ce que le CANMET étende ses travaux de recherche et de développement dans trois domaines principaux: combustibles de remplacement de l'essence, utilisation plus efficace de l'énergie, et nouvelles sources d'énergie.

L'augmentation considérable des travaux effectués sous contrat par des organismes extérieurs a impliqué une plus grande interaction entre les chercheurs du CANMET et ceux de l'industrie et des universités. Ce fut une addition importante à la recherche contractuelle.

Le présent rapport annuel reflète la capacité bien reconnue du CANMET de s'adapter à des changements de conditions économiques et à de nouvelles exigences en matière de recherche.

W.G. Jeffery
Directeur général

INTRODUCTION

Le ministère fédéral de l'Énergie, des Mines et des Ressources vise à assurer une utilisation efficace de l'énergie et des ressources minérales du Canada en évaluant le potentiel du pays en richesses naturelles, en améliorant la technologie, en évaluant les facteurs sociaux-économiques, en formulant une politique et en veillant à son application, et en assurant le transfert vers les gouvernements, l'industrie et la population des nouvelles techniques associées aux ressources énergétiques et minérales.

La revue 1980-1981 décrit les différentes contribution du Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie aux objectifs susmentionnés.

En ce qui concerne la recherche énergétique, l'effort a principalement porté sur: les sources d'énergie, les économies d'énergie, la technologie de l'approvisionnement en pétrole (extraction des sables bitumineux, récupération du bitume et du pétrole lourd); la technologie du charbon; l'énergie nucléaire (traitement, élimination des déchets); les produits nécessaires aux usines d'eau lourde; et les sources d'énergie renouvelable.

En ce qui concerne les minéraux, les chercheurs du CANMET ont travaillé dans les domaines suivants: évaluation technique des ressources minérales, développement de la technologie de l'extraction minière, santé et sécurité dans les mines, ressources minérales marginales, traitement des minerais et des métaux, économie des minerais et des métaux, technologie relative à l'environnement et au développement des produits, technologie pour les fonderies, et administration de la Loi canadienne sur les explosifs.

Le cadre de gestion du CANMET constitue une matrice qui reflète l'interaction entre le Bureau des programmes et les lignes hiérarchiques pour la planification, la mise en oeuvre et l'évaluation des projets. L'organisation de la présente revue correspond donc à la structure des programmes plutôt qu'aux unités fonctionnelles, associant ainsi des activités connexes des différents laboratoires: Laboratoires de recherche énergétique, Laboratoires de recherche minière, Laboratoires des sciences minérales et Laboratoires de métallurgie physique.

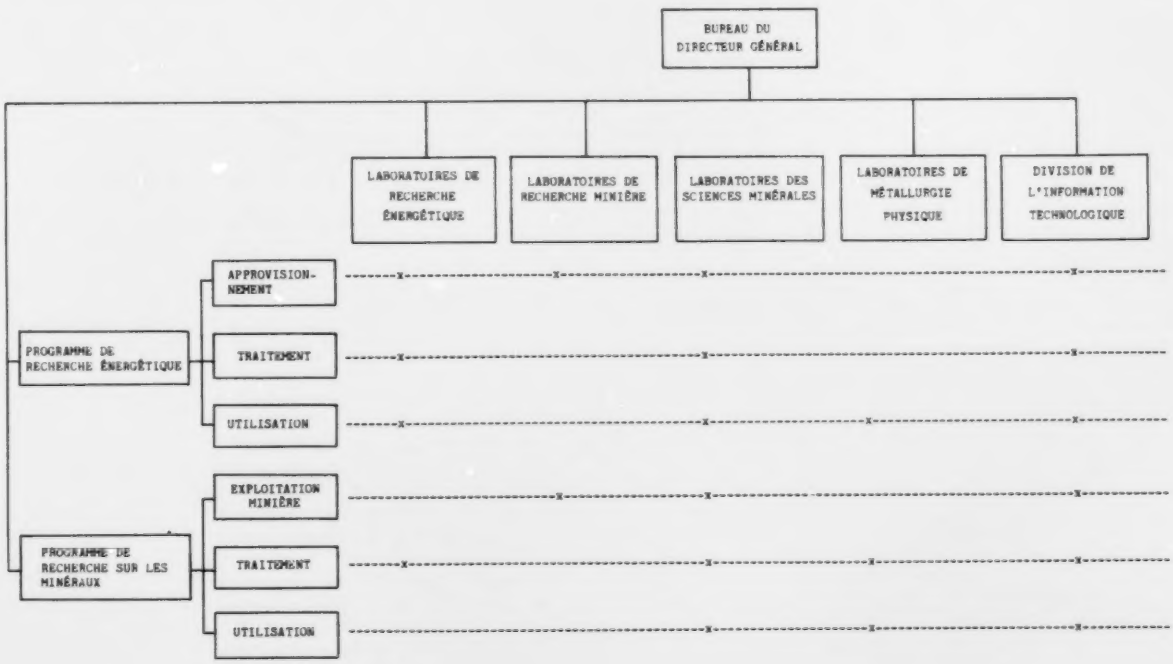
DIRECTION DE CANMET 1980-81

Directeur général - W.G. Jeffery *

Sous-directeur général - V.A. Haw

CENTRES DE RESPONSABILITÉS

Programme de recherche énergétique ..... D.A. Reeve
Programme de recherche sur les minéraux ..... V.A. Haw
Laboratoires de recherche énergétique ..... B.I. Parsons
Laboratoires des sciences minérales ..... W.A. Gow
Laboratoires de recherche minière ..... T.S. Cochrane
Laboratoires de métallurgique physique ..... W.H. Erickson
Division de l'information technologique ..... J.E. Kanasy



*Voir Annexe A

TABLE DES MATIÈRES

	Page
AVANT-PROPOS	i
INTRODUCTION	iii
PROGRAMME DE RECHERCHE ÉNERGÉTIQUE	1
SOURCES D'ÉNERGIE: OFFRE, DEMANDE ET REMPLACEMENT	2
Evaluation des ressources pétrolières	2
Ressources et réserves en charbon et en tourbe	2
Réserves et production d'uranium	3
RECHERCHE ÉNERGÉTIQUE ET DÉVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE	3
Économies d'énergie	3
Transport	3
Appareils de chauffage domestique au mazout	4
Appareils de chauffage domestique au gaz	5
Mise au point d'un brûleur industriel de gaz à faible pouvoir calorifique	5
Dispositifs de conversion et de stockage de l'énergie	5
Préparation de l'hydrogène par photoélectrolyse	6
Technologie du pétrole	6
Exploitation des sables bitumineux	6
Récupération du bitume et du pétrole lourd	6
Amélioration des produits: le procédé d'hydrocraquage du CANMET	6
Mise au point de catalyseurs	7
Caractérisation des produits obtenus et évaluation de leur utilisation finale	7
Matériaux pour les canalisations de transport des résidus de sables bitumineux	8
Matériaux pour les oléoducs et les gazoducs	8
Technologie des charbons	9
Techniques d'extraction	9
Sécurité dans les mines de charbon	9
Environnement souterrain	10
Préparation des charbons	10
Carbonisation	12
Gazéification des charbons	13
Liquéfaction des charbons	14
Combustion classique des charbons	14
Dispersion du panache	15
Combustion de mélanges charbon-pétrole	15
Combustion en lit fluidisé	16
Transport des bouillies de charbon	18
Matériaux destinés à la technologie des charbons	18
Analyse des charbons	18
Technologie de l'énergie nucléaire	18
Extraction de l'uranium	19
Élimination des déchets nucléaires	20
Matériaux pour usine d'eau lourde	20
Ressources renouvelables	20

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

	Page
PROGRAMME DE RECHERCHE SUR LES MINÉRAUX	23
ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RESSOURCES MINÉRALES	23
Évaluation technique	23
Minerais sulfurés complexes	23
Les minéraux du groupe du platine et les métaux précieux	24
DÉVELOPPEMENT DE LA TECHNOLOGIE MINÉRALE	24
Développement de la technologie minière	24
Exploitation à ciel ouvert	24
Exploitation souterraine	25
Recherche sur le forage au diamant	25
Santé et sécurité dans les mines	25
L'environnement au fond des mines	26
Technologie des ressources minérales marginales	27
Broyage et amélioration des minerais sulfurés complexes	27
Alumine provenant de sources autres que la bauxite	27
Extraction et raffinage des minerais sulfurés complexes	28
Grillage sulfatant et lixiviation (GSL)	28
Procédé de lixiviation à l'acide sulfurique sous pression (ASP)	28
Extraction au chlorure-lixiviation au chlorure ferrique (LCF)	28
Procédé de chloruration/oxydation par voie sèche	28
Technologie du traitement des minéraux	30
Procédé d'extraction du plomb par hydrométallurgie	30
Isolants minéraux	30
Traitement du minerai de fer	31
Sidérurgie	31
Procédé hydrométallurgique pour le cuivre et le nickel	31
Simulation du traitement du minerai et du charbon	31
Économies de minerais et de métaux	32
Identification, caractérisation et évaluation des déchets de minéraux primaires	32
Récupération de l'or et de l'argent à partir des résidus d'usine	32
Environnement	32
Retenue ou élimination des résidus de mines et d'usines	32
Élimination des contaminants des effluents des usines d'uranium	33
Traitement des effluents contenant des thiosels	34
Capture-fixation de SO_2 dans le gaz de fonderie dilués	34
Émissions polluantes pyrométallurgiques	34
Mise au point de matériaux	34
Corrosion des métaux dans l'Arctique	34
Revêtements coulés résistant à l'abrasion et à la corrosion	35
Mise au point d'acier très résistant pour les pipe-lines	35
Tôle d'acier résistante à l'abrasion	35
Corrosion des aciers dans les sols	35
Céramiques résistantes à l'abrasion	35
Barres de broyage	35
Soudabilité des pipe-lines en usine et sur place	35
Récipients sous pression	35
Résilience de la zone influencée par la chaleur	36
Caractérisation des défauts de soudure	36
Mécanique du soudage	36

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

	Page
Recherche sur l'écoulement plastique, la rupture et l'analyse de tension	36
Diffractomètre de tension à rayons X	36
Agrégats pour la construction	36
Durabilité du béton	37
Bétons très solides et résistants à la chaleur	38
Normalisation et transfert de la technologie	38
Matériaux réfractaires pour le raffinage sous vide	38
Céramiques résistantes au choc thermique	38
Traitement des métaux	38
Mise au point d'aciers usinables sans plomb	38
Économies d'énergie dans les fonderies	39
Coulage continu de métaux	39
Techniques de coulage des métaux	39
Rails de qualité supérieure	40
Alliages au cuivre très résistants pour les pièces de navires	40
Coulage de pièces à parois minces en aluminium	41
Matériaux pour les constructions navales	41
Matériaux pour les automobiles	41
Optimisaton de la performance des laminoirs	42
Refroidissement en lit fluidisé	42
Normes et spécifications	42
Matières types et travaux connexes	42
Méthodes analytiques	43
Toxicité des émaux de céramique	43
APPLICATION DE LA LOI CANADIENNE SUR LES EXPLOSIFS	43
Homologation et mise à l'essai	43
Homologation et conseils techniques	43
Recherche et développement	44
INFORMATION SUR LA TECHNOLOGIE DES MINÉRAUX ET DE L' ÉNERGIE	45
Organisation de l'information	45
Traitement de l'information	45
Diffusion de l'information	46
ANNEXE A - PERSONNEL PROFESSIONNEL DU CANMET	A-49
ANNEXE B - REPRÉSENTATION DU CANMET AUX COMITÉS TECHNIQUES	B-55

PROGRAMME DE RECHERCHE ÉNERGÉTIQUE

La recherche et le développement énergétique au CANMET concernent principalement les abondantes ressources canadiennes en combustibles fossiles et nucléaires. La compétence que le CANMET a acquise au cours de ses nombreuses années de recherche dans ces domaines s'étend aussi à de nouvelles activités destinées à réduire la dépendance nationale vis-à-vis du pétrole; la combustion du bois et les matériaux nécessaires au système de stockage et de conversion de l'énergie en sont deux exemples.

Suite à l'adoption par le Parlement, en octobre 1980, du Programme énergétique national, on prévoit une expansion des travaux de R et D énergétiques du CANMET. La recherche et le développement constituent un élément important du programme. Trois priorités ont été explicitement établies: combustibles de remplacement de l'essence, utilisation plus efficace de l'énergie, et nouvelles sources d'énergie. En vertu de son expérience, le CANMET a un rôle à jouer dans tous ces domaines, en effectuant et en subventionnant des recherches, et en offrant un service d'aide technique. L'expansion des travaux de recherche et de développement sur le charbon, domaine privilégié du CANMET, revêtira une importance particulière.

La présente revue fait état des activités et des réalisations de l'exercice 1980-81. Le programme de recherche a touché deux activités du Ministère: les Sources d'énergie (offre, demande et remplacement), et Recherches énergétiques et Développement technologique. Étant donné que le CANMET est un organisme de recherche appliquée, son plus grand effort est axé sur cette dernière. Cependant, le CANMET continue de fournir l'information indispensable pour une évaluation précise de nos ressources en uranium, charbon, tourbe et en pétrole de basse qualité.

La lecture de la revue fera apparaître un certain nombre de principes et de tendances en matière de planification. La Loi sur les ressources et relevés techniques (SR 1970-72) suppose que tous les canadiens ont accès aux travaux de R & D subventionnés par le gouvernement et que ces travaux sont entrepris de façon à assurer la plus large distribution possible de leurs bénéfices. Le CANMET a donc adopté la position que sa mission, en tant qu'organisme public, est d'effectuer des travaux de R et D là où l'on ne peut attendre du secteur privé qu'il fournisse les services attendus par la société. Ce principe est à la base de la planification de la recherche et du développement énergétiques au CANMET.

L'une des conséquences de cette approche est que les travaux effectués dans le cadre des Recherches énergétiques et du Développement technologique sont concentrés sur les technologies particulières indispensables au maintien à long terme de l'indépendance énergétique du Canada et influant de ce fait, d'une façon décisive, sur le bien-être économique du pays. La stratégie de recherche est basée sur des notions établies d'efficacité économique et de protection de l'environnement. On admet que les travaux de R et D subventionnés par le gouvernement doivent être entrepris seulement dans les domaines où la technologie est un instrument plus efficace pour résoudre un problème énergétique particulier que des lignes de conduite non technologiques. La relation essentielle entre les secteurs privé et public doit être maintenue, et le principe du moindre coût doit guider le choix des technologies, afin d'éviter le gaspillage et de maximiser les bénéfices nets.

La revue fait état de recherches à différentes échelles et dans diverses conditions. Les projets sont choisis pour se compléter et, globalement, ils représentent l'effort maximal pour répondre, dans le futur, aux besoins essentiels de la nation. Cela comprend des éléments indispensables pour maintenir un programme scientifique essentiel. Par exemple, des installations complexes pour des analyses chimiques, souvent à l'arrière-plan et n'offrant pas d'avantages évidents aux yeux d'un observateur non prévenu, sont un outil indispensable pour la recherche appliquée. Ces installations deviendront encore plus importantes pour l'identification des défauts de procédé et pour la mesure de la qualité des produits lorsque l'on se tournera vers les sources d'énergie de remplacement et de qualité inférieure.

À l'opposé du spectre, la revue met en évidence l'importance croissante des projets de démonstration pour le transfert de la technologie et le développement d'une capacité industrielle susceptible de répondre à des besoins urgents. Des projets de démonstration majeurs sont en cours dans les domaines de la combustion en lit fluidisé et de la combustion de mélanges charbon-pétrole. Pétro-Canada, avec le soutien du CANMET en matière de R et D, porte le procédé d'hydro-craquage du CANMET à l'échelle de la démonstration. Les programmes d'impartition relatifs à la conversion du charbon ont atteint le stade permettant de porter certaines technologies à une plus grande échelle. Les experts du CANMET agissent aussi en tant que conseillers techniques de projets de démonstration coordonnés par d'autres organismes gouvernementaux, comme les projets relatifs aux économies d'énergie et aux énergies renouvelables.

L'importance de la coopération entre les secteurs public et privé, par l'intermédiaire de mécanismes comme l'impartition et les projets à frais partagés, devient de plus en plus évidente. À l'heure actuelle, 27% des dépenses du Programme énergétique sont consacrées à des contrats. Le CANMET joue aussi un rôle croissant dans les activités internationales comme celle de l'Agence internationale de l'énergie.

SOURCES D'ÉNERGIE: OFFRE, DEMANDE ET REMPLACEMENT

Les ressources énergétiques du Canada sont immenses mais, si l'on veut en faire le meilleur usage, il importe d'évaluer avec précision leur emplacement, leur quantité et leur qualité. En ce qui concerne d'abord les données sur les ressources obtenues à partir de relevés géologiques et de programmes d'exploration, le CANMET participe à cette évaluation interdisplinaire en cherchant à répondre à des questions comme: quelle est la composition exacte du produit? Peut-il être extrait ou récupéré par des moyens techniques éprouvés? Quelles sont les caractéristiques du produit qui influent sur son traitement et sa mise en marché? Les chercheurs de la Direction coopèrent alors avec des économistes du Ministère pour évaluer les réserves, un sous-ensemble des ressources qui prend en considération des critères techniques et économiques détaillés.

Le CANMET se consacre ensuite à l'étude de la qualité des ressources canadiennes en pétrole de basse qualité, en charbon, en tourbe et en uranium. L'information produite permet de définir les directions à donner à la recherche pour optimiser l'extraction, le traitement et l'utilisation de ces ressources, et elle permet aussi de guider les décisionnaires dans la formulation des lignes directrices relatives au développement. L'accent est mis sur les ressources de basse qualité qui pourraient constituer l'essentiel de nos approvisionnements dans les années à venir, mais qui présentent un défi particulier aux technologies.

Évaluation des ressources pétrolières

Les vastes dépôts de sable bitumineux et de pétrole lourd de l'ouest du Canada sont les principales sources potentielles d'approvisionnement pour la forme d'énergie la plus en demande, à savoir les carburants liquides destinés au transport. Les évaluations effectuées par le CANMET comprennent la caractérisation des matières fossiles et des matrices des produits destinés à être soumis à l'extraction pour produire des combustibles liquides. Une partie des travaux s'inscrit dans le cadre de l'accord Canada/États-Unis sur la recherche coopérative sur les sables bitumineux.

Le travail de caractérisation se rattache au procédé d'hydro-craquage du CANMET et fait l'objet d'une description plus complète dans la présente revue. La recherche inclut, par exemple, la détermination des teneurs en hydrocarbures aromatiques et autres constituants dans les bitumes et les pétroles lourds. La mise au point de procédés analytiques est un élément clé du travail. Les chercheurs ont aussi entrepris une étude sous contrat pour évaluer le potentiel des schistes bitumineux canadiens comme source de combustibles liquides obtenus par hydro-pyrogénation.

Le laboratoire d'analyse des pétroles et des gaz a effectué quelque 18 300 analyses sur 3 700 échantillons gazeux, liquides et solides, soit une augmentation d'environ 15% sur l'année précédente. La plupart des analyses ont été effectuées sur des échantillons provenant des propres recherches du CANMET. La direction fournit aussi ses services, moyennant le recouvrement des coûts, aux organismes gouvernementaux fédéraux et provinciaux, aux sociétés de la couronne, et à d'autres organismes, et elle participe aux programmes de normalisation de l'Office des normes générales du Canada.

Ressources et réserves en charbon et en tourbe

Les ressources canadiennes en charbon et en tourbe sont grandes. Cependant, la qualité de ces substances est extrêmement variable et il est nécessaire d'effectuer des études détaillées pour évaluer la qualité de chaque gisement. Face à la croissance des marchés intérieur et extérieur, pour le charbon, il devient urgent de mieux connaître ces ressources.

Après la parution de la dernière évaluation des ressources et des réserves de charbon, en 1979, le CANMET a ralenti, dès 1980, ses travaux visant à définir les réserves par une application aux données sur les ressources des critères relatifs à l'extraction. Néanmoins, la Direction a continué de recueillir des données sur les critères d'évaluation des réserves de charbon, à partir des principaux projets en cours en Alberta et en Colombie-Britannique. Ces critères, définis selon le point de vue des compagnies productrices, ont fait l'objet d'un rapport. On prépare actuellement un document similaire tenant compte du point de vue des planificateurs de la production.

Les chercheurs ont aussi maintenu leur participation active aux travaux d'évaluation de la qualité, en coopération avec d'autres organismes fédéraux et provinciaux. Une coopération soutenue entre les laboratoires d'analyse des charbons d'Ottawa et de Sydney (Nouvelle-Écosse) et les ministères provinciaux des richesses naturelles, dans le cadre d'accords fédéraux-provinciaux sur le développement des ressources minérales, ont élargi la base nationale de données sur la qualité des charbons. Dans le cadre d'un programme d'évaluation des charbons commerciaux, les chercheurs ont reçu et analysé des échantillons provenant de compagnies, et ils ont préparé une mise à jour du Répertoire d'analyses des charbons commerciaux canadiens.

Au cours de l'année, des progrès ont été réalisés en vue de l'utilisation des immenses ressources canadiennes en tourbe. On a terminé, en particulier, une étude contractuelle sur la faisabilité technique et économique d'une centrale thermique alimentée à la tourbe, au Nouveau-Brunswick. Les résultats positifs annoncent un futur prometteur pour la tourbe et la publication du rapport a

soulevé un intérêt local pour le développement ou pour la poursuite de l'évaluation de cette ressource. On a négocié un autre contrat qui portera sur l'étude de l'essorage de la tourbe, problème qui a longtemps été un obstacle à l'utilisation à grande échelle de cette ressource. Les chercheurs ont aussi mis sur pied un dossier informatisé sur les données fondamentales relatives à la tourbe.

Le travail d'évaluation des ressources en charbon inclut aussi une évaluation des possibilités de cokéfaction. Ce point est traité plus loin dans la revue.

Réserves et production d'uranium

Chaque année, le Groupe d'évaluation des mines du CANMET définit les réserves nationales d'uranium, à partir de critères techniques et économiques. Les données sont fournies au Groupe d'évaluation des ressources d'uranium (GERU) du Ministère, pour être incluses dans une évaluation annuelle de l'offre et de la demande d'uranium qui, à son tour, sert à établir une politique nationale de l'énergie nucléaire (y compris les quotas d'exportation et d'approvisionnement pour chaque compagnie).

Les spécialistes en extraction et en traitement des minerais du CANMET s'intéressent principalement aux possibilités d'exploitation, à la capacité de production et à la viabilité des nouvelles opérations. Le personnel du CANMET rencontre régulièrement le personnel de toutes les mines et usines déjà en exploitation ou qui le seront prochainement, pour rassembler et discuter des données représentatives, et pour étudier les plans des sociétés. Les spécialistes du CANMET comparent les renseignements provenant des sociétés avec leurs propres évaluations et incluent ces deux séries de résultats dans leur rapport présenté au GERU. Des teneurs minimales du point de vue économique, ou teneurs limites, ont été établies pour chaque gisement et constituent un élément essentiel des évaluations des ressources et des reserves. Ces teneurs ont été calculées après une évaluation précise de facteurs d'exploitation et de facteurs économiques basée sur des estimés des frais d'exploitation et d'autres paramètres d'exploitation prévus. Un autre résultat a été l'évaluation de la capacité de production de chaque propriété qui permet de prévoir la production totale d'uranium au Canada. Des études connexes sur l'exploitation touchaient d'autres méthodes d'extraction et d'autres matériel, et donnaient les frais associés.

Au cours de l'année, on a fait un effort important pour améliorer les méthodes de traitement des données et de calcul des réserves: mise au point de programme informatisé complexe et application de nouvelles méthodes géostatistiques.

Des spécialistes en traitement des minerais ont coordonné une étude des usines canadiennes pour le compte de l'Agence pour l'énergie nucléaire (Paris) et de l'Agence internationale de l'énergie atomique (Vienne). L'expansion de certaines usines existantes et l'amélioration des procédés dans d'autres usines ont augmenté la capacité globale de production des usines canadiennes de traitement de l'uranium. Deux nouvelles usines ont été mises en service en 1980, Amok au nord de la Saskatchewan et Earth Sciences à Calgary. La minéralogie plus complexe des minérais des nouveaux sites d'exploitation en Saskatchewan exigera des circuits de traitement plus élaborés.

RECHERCHE ÉNERGÉTIQUE ET DÉVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE

Dans le cadre du Programme énergétique national, on devra abandonner la dépendance traditionnelle vis-à-vis des pétroles bruts classiques pour se tourner vers un approvisionnement énergétique plus diversifié et plus souple. La transition demandera plus que de simples ajustements et initatives économiques. La capacité des sources d'énergie à répondre aux besoins envisagés dépendra dans une large mesure de la disponibilité d'une technologie appropriée quand et où elle sera nécessaire, surtout si l'on désire un usage optimal des ressources. Très souvent, de nouvelles techniques ou une technologie profondément modifiée seront nécessaires pour convertir des substances difficiles ou de qualité variable en produits répondant aux spécifications canadiennes, et il faut compter le temps nécessaire à la mise en application. Même lorsque l'on dispose de techniques toutes prêtes, il faut s'assurer qu'elles donneront de bons résultats avec nos réserves. La technologie doit permettre une utilisation efficace des produits et doit répondre aux normes canadiennes en matière d'économie des ressources et de protection de l'environnement. Ces principes s'ajoutent à la politique traditionnelle de développement des ressources pour guider les travaux de recherche et de développment énergétique du CANMET.

Économies d'énergie

Pour atteindre les objectifs énergétiques nationaux, nous devons utiliser le mieux possible les ressources que nous consommons à l'heure actuelle. Pendant plusieurs années, le CANMET a étudié des innovations techniques susceptibles d'améliorer l'efficacité du matériel consommateur de combustible. Le travail est coordonné avec les efforts de nombreux autres organismes publics et privés.

Transport - Le CANMET possède, dans son laboratoire de recherche sur la combustion, un four tunnel qui sert à l'évaluation des propriétés de combustion d'une grande variété de combustibles traditionnels et de combustibles à base de bois. Les résultats de huit années de recherche sur la consommation de combustibles par les automobiles, dans le climat canadien, montrent que pour les moteurs classiques, l'économie de combustible décroît rapidement lorsque la température baisse. Les moteurs de conception nouvelle, tels que les moteurs diesels ultra-rapides, les moteurs sous alimentés ou ceux à charge stratifiée ont une meilleure performance et libèrent moins de polluants dans l'atmosphère. Ces résultats ont conduit Chrysler Canada à soumettre une proposition spontanée visant des modifications des moteurs auto-

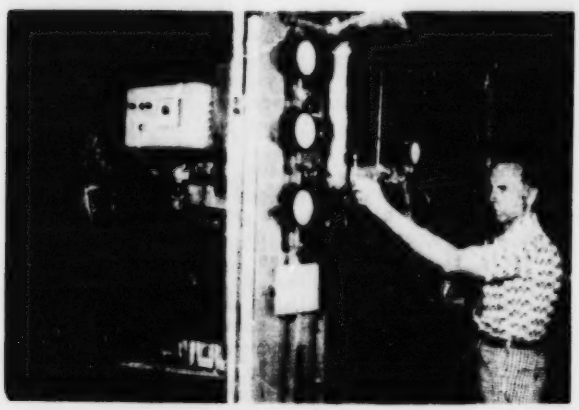
mobiles grâce auxquelles on aurait une meilleure performance pendant l'hiver canadien tout en respectant les normes canadiennes relatives aux émissions dans l'atmosphère. Les modifications prévues incluent une augmentation importante du rapport de compression, une amélioration des systèmes d'évaporation et de préchauffage du combustible, une synchronisation optimale de l'allumage dans toute la gamme de température, et d'autres moyens d'améliorer la performance à des températures plus basses, le carburant étant l'essence au plomb ordinaire qui présente une plus grande efficacité énergétique. Chrysler a entrepris les modifications des moteurs aux frais de la compagnie, les essais étant subventionnés conjointement par CANMET et par le ministère des Transports du Canada.

Depuis 1978, CANMET effectue des essais sur route pour évaluer l'efficacité de pièges à plomb, recueillant les particules solides, installés sur les systèmes d'échappement des automobiles utilisant de l'essence au plomb. Le CANMET utilise pour cela huit véhicules du ministère de la Défense nationale, dans une grande gamme de conditions climatiques canadiennes, de -25°C à +24°C. Les résultats suivants ont été envoyés à l'Association sur la lutte contre la pollution atmosphérique:

- les pièges à plomb installés sur les systèmes d'échappement des automobiles peuvent remplacer les silencieux ordinaires et des parties du système d'échappement, et ils peuvent réduire de 80% les émissions de plomb;

- il n'y a aucune diminution apparente de l'efficacité des pièges avec le kilométrage;

- les pièges conservent leur efficacité quelle que soit la température ambiante rencontrée tout au long de l'année, au Canada;



R. Fouhse, ingénieur, effectue une mise au point du four tunnel utilisé dans le laboratoire de recherche sur la combustion, du CANMET, pour évaluer les propriétés de combustion d'une grande gamme de combustibles classiques et nouveaux.

- la purge de plomb accumulé que l'on rencontre avec les systèmes d'échappement ordinaires ne se produit pas avec des pièges à plomb bien conçus;

- les pièges n'influent pas sur la consommation de carburant, sur la conduite du véhicule ou sur l'étouffement du bruit d'échappement; ils sont relativement simples, sans pièce mobile; ils ne nécessitent pas d'entretien et ils peuvent être conçus de façon à durer autant que le véhicule;

- si l'on prévoit d'accroître l'utilisation de l'essence au plomb, ce qui permet d'améliorer le rendement des raffineries et de diminuer la consommation de carburant, les pièges à plomb constituent un moyen efficace de réduire les émissions de plomb dans l'environnement, si l'on juge qu'une telle réduction est nécessaire.

Appareils de chauffage domestique au mazout - Pendant les 10 dernières années, le CANMET a travaillé sur un programme important d'amélioration de la performance des systèmes de chauffage domestique au mazout. Pour cela, le personnel du laboratoire a procédé à des études détaillées d'une grande gamme de matériel de chauffage pour la Oil Heating Association of Canada, de même que pour des sociétés pétrolières, des fabricants et des utilisateurs individuels. Ils ont aussi étudié pendant plusieurs hivers un grand nombre de maisons chauffées au mazout, dans la région d'Ottawa, mesurant la consommation de mazout, le nombre de cycles et le nombre d'heures de fonctionnement pour différents systèmes. Ils ont établi une corrélation entre les résultats et des paramètres comme la température extérieure et les conditions atmosphériques, les réglages des thermostats et l'isolation de la maison.

Un fascicule portant sur l'efficacité du chauffage domestique au mazout a été préparé pour expliquer comment les résultats de ces études peuvent se traduire en une économie substantielle de combustible. Ce fascicule est destiné aux techniciens, aux concepteurs et aux constructeurs; il décrit le fonctionnement des systèmes de chauffage existants et il explique les diverses modifications qui peuvent être apportées aux systèmes et à l'appareillage pour améliorer leur efficacité saisonnière jusqu'à 25%. Il insiste en particulier sur le choix correct de la taille du système de chauffage et sur le fait qu'une fréquence d'allumage plus faible et l'utilisation de registres de cheminée permettent d'améliorer l'efficacité en dehors des périodes de charge. Il est possible d'augmenter considérablement l'efficacité du système en installant une tête de retenue sur un brûleur classique, ce qui permet de réduire la consommation de combustible de 10 à 15% pendant le fonctionnement normal. Des descriptions détaillées de techniques de modernisation sont incluses dans le fascicule. L'accent est mis aussi sur d'autres améliorations comme une réduction de la formation de suie grâce à une valve solénoide à action différée et une amélioration de la distribution de la chaleur grâce à l'isolation des gaines et à une arrivée adéquate d'air de combustion.

Ce fascicule est le premier document canadien qui définisse clairement les faiblesses des systèmes de chauffage et qui présente des techniques faciles (issues des travaux de R & D) permettant de réduire notablement les pertes. Au cours de 1980, 1 000 exemplaires en français et 7 000 en anglais ont été distribués dans les industries au Canada. Il est utilisé dans toutes les provinces comme manuel de formation pour les techniciens et il sert de base dans le cours de perfectionnement destinés aux techniciens déjà brevetés.

Appareils de chauffage domestique au gaz - Parrallèlement à l'action du gouvernement fédéral en faveur de la conversion, partout où c'est possible, du chauffage au mazout vers le chauffage au gaz ou à un autre combustible, le CANMET se sert de l'expérience acquise avec les chaudières au mazout pour étudier les possibilités d'amélioration de l'efficacité des chaudières au gaz. Une chaudière classique au gaz, neuve, équipée d'une veilleuse et d'un brûleur à tirage naturel a une efficacité saisonnière de 55% à 60%, comparé à 65-70% pour une chaudière au mazout avec brûleur équipée d'une tète de retenue. Sur la chaudière au gaz, une veilleuse qui brûle continuellement utilise environ 5 à 7% de la consommation annuelle totale. Un autre 12% est perdu en vapeur qui se forme lors de la combustion du gaz et s'échappe par la cheminée. Le tirage, constamment ouvert, entraîne une perte importante d'air chaud par la cheminée, que la chaudière soit ou non en marche.

Ces dernières années ont vu un développement rapide de la technologie des appareils au gaz visant à améliorer leur efficacité. Au moins deux nouveaux types, de conception similaire à celles de modèles déjà disponibles aux États-Unis, sont en passe d'être homologuées par l'Association canadienne du gaz et par les autorités provinciales.

Ces nouveaux modèles possèdent les caractéristiques suivantes: allumage électrique, registre incorporé, ventilateur incorporé pour tirage induit et échangeur permettant de condenser les produits de combustion et de récupérer la chaleur latente qu'ils contiennent.

Le CANMET a signé un contrat avec un fabricant pour qu'il produise un échangeur de chaleur par condensation de gaz de cheminée, installable sur les chaudières au gaz existantes. Ce dispositif utilise un échangeur de chaleur secondaire en acier inoxydable, à tube à ailettes, placé dans le retour d'air froid pour condenser les produits de combustion; il permet ainsi de bénéficier de la majeure partie de l'économie d'énergie possible offerte par les nouvelles chaudières à condensation.

Mise au point d'un brûleur industriel de gaz à faible pouvoir calorifique - Au cours de la phase III d'un contrat signé avec l'Institut canadien de recherche sur les gaz, un brûleur de 300 kW alimenté avec un gaz de faible pouvoir calorifique a été mis au point. Au cours d'essais effectués avec un gazéificateur de bois en exploitation, le brûleur a fonctionné avec succès, à capacité ou à charge partielle, avec des gaz chauds et sales de valeur calorifique allant de 3 à 6 MJ/m^3.

L'un des principaux problèmes était la combustion incomplète de liquide goudronneux qui était éjecté de la flamme à raison d'environ 10 l/h. Ce problème sera étudié en 1981, au cours de la phase IV du contrat, et on espère le résoudre en introduisant une cellule secondaire de fin de combustion à la sortie du brûleur.

Dispositifs de conversion et de stockage de l'énergie - Les électrolytes solides utilisés dans les dispositifs de stockage et de conversion de l'énergie comme les batteries, les piles à combustible, les génératrices thermoélectriques et les électrolyseurs doivent, pour fonctionner efficacement, posséder des propriétés électriques, thermiques et microstructurales particulières. CANMET applique sa compétence traditionnelle en science des matériaux à la mise au point de nouveaux électrolytes pour ces applications.

La fabrication d'une céramique électrolytique durable à la beta-alumina sodique a fait l'objet d'un travail important. Reconnaissant le potentiel de cette technologie, une compagnie a conçu et fabriqué deux prototypes de génératrices thermoélectriques qui utilisent les matériaux mis au point au CANMET. Le compagnie, utilisant les électrolytes sous forme de plaque et de tube fermé, a évalué diverses hypothèses conceptuelles; dans l'un des cas, elle a fait fonctionner l'une des génératrices à puissance réduite pendant plusieurs jours. Les chercheurs du CANMET concentrent maintenant leurs efforts sur la mesure et l'amélioration des propriétés de ces matériaux.

Le CANMET effectue aussi, ou subventionne, des travaux de recherche sur d'autres matériaux électrolytiques. Un groupe de substances appelées zirpsios de sodium, par exemple, ont une conductivité et une durabilité comparables à celles des béta-alumines et en plus, ce sont des conducteurs à trois dimensions qui peuvent être produits à des températures plus basses. Le CANMET a réussi à fabriquer de telles substances en laboratoire, atteignant des conductibilités supérieures à celles que d'autres chercheurs avaient mentionnées. D'autres groupes de matériaux connus sous les noms de gasicons et de yasicons ont été fabriqué à l'université McMaster à l'aide d'un procédé de frittage classique. Ces matériaux présentent les mêmes avantages que les zirpsios.

Un contrat a aussi été signé avec l'université McMaster pour la mise au point de procédés non destructifs de détection des imperfections dans les matériaux électrolytiques. Des imperfections mineures peuvent être à l'origine de fissures importantes susceptibles de provoquer des pannes. Des techniques ultrasoniques ont été utilisées avec un certain succès. Dans d'autres travaux, on étudie aussi la possibilité d'utiliser des propriétés thermophysiques et la résonnance magnétique nucléaire pour caractériser les matériaux électrolytes.

Préparation de l'hydrogène par photoélectrolyse - Le but de ce travail est de mettre au point des oxydes et des sulfures semi-conducteurs stables et efficaces, sous forme de polycristaux et de pellicules, pour convertir l'énergie solaire en hydrogène, par photoélectrolyse de l'eau. Au cours de l'année, on a vérifié la conductibilité et la résistance à la corrosion d'un certain nombre d'électrodes à base de sulfure de métaux de transition disposés en couche, par des techniques d'analyse de surface et par des techniques photoélectrochimiques. La réponse photoélectrochimique des oxydes, sous forme de film, a été étudiée. Le CANMET a parrainé, en collaboration avec la Société d'électrochimie, un colloque intitulé "Piles photoélectrochimiques pour la conversion de l'énergie solaire" qui a rassemblé des chercheurs venant de tous les coins du Canada et des Etats-Unis. Une partie des recherches du CANMET constitue la contribution canadienne aux travaux de l'Agence internationale de l'énergie sur la production d'hydrogène par photoélectrolyse de l'eau à partir de l'énergie solaire.

Technologie du pétrole

La participation du gouvernement fédéral aux travaux de R & D relatifs au pétrole était traditionnellement concentrée dans les domaines où les résultats sont à trop long terme pour attirer sérieusement l'industrie privée. Pendant de nombreuses années, les chercheurs du CANMET se sont particulièrement intéressés au défit que pose l'exploitation des vastes ressources en sable bitumineux et en pétrole lourd de l'ouest du Canada. Ces pétroles de basse qualité sont complexes et leur traitement est difficile: la compréhension de leur chimie en vue de mettre au point des procédés de traitement produisant plus de pétrole et moins de déchets a été le principal objet de la recherche. Le produit le plus important de cet effort est le procédé d'hydro-craquage du CANMET.

Exploitation des sables bitumineux - Bien que les deux aspects, techniques d'exploitation et développement des sables bitumineux, présentent un intérêt pour le CANMET et correspondent aux compétences de ses chercheurs, les nombreux travaux effectués par d'autres organismes dans le domaine de l'exploitation minière des sables bitumineux ont conduit le CANMET à réduire son rôle et à se contenter d'informer le gouvernement fédéral sur l'évolution des techniques d'exploitation minière. Chaque année les ingénieurs préparent une revue de la technologie.

Cette année, des travaux à court terme ont aussi été entrepris pour répondre aux besoins d'information d'organismes extérieurs. En conjonction avec le projet Gulf/AOSTRA de Surmont, les chercheurs ont obtenu des échantillons de carottes et ils ont déterminé la quantité et la qualité de gaz produits. Au cours d'une seconde étude, on a étudié la qualité des gaz provenant de sondages d'exploration effectués par l'une des compagnies d'exploitation.

La possibilité d'opérer des coupes dans les sables bitumineux gelés a été étudiée en coopération avec un groupe qui planifie de nouvelles exploitations. Dans ce domaine, le CANMET cherche à déterminer dans quelle mesure il peut transposer la performance des excavateurs à roues à augets dans les sables bitumineux aux morts-terrains recouvrant le charbon.

Récupération du bitume et du pétrole lourd - La récupération in-situ du pétrole par injection de vapeur produit des émulsions pétrole/eau relativement stables. Pour des raisons techniques, économiques, et environnementales, le pétrole et l'eau doivent alors être séparés aussi complètement que possible. Au cours d'une étude conjointe avec Texaco Canada Inc., le CANMET a évalué des agents désémulsionnants et a établi les conditions optimales d'utilisation. Des méthodes quantitatives d'analyse d'émulsion ont été mises au point.

Amélioration des produits: le procédé hydrocraquage du CANMET - Les bitumes ou les pétroles lourds ordinaires contiennent environ 50% de brai (fraction non distillable), ainsi que des substances comme du soufre, de l'azote, du nickel et du vanadium, qui peuvent être le cause de difficultés sérieuses dans une raffinerie classique. Les matières premières doivent donc être améliorées pour pouvoir être raffinées.

Le procédé d'hydrocraquage du CANMET, au cours duquel on ajoute de l'hydrogène au lieu de cokéfier le carbone, permet d'obtenir plus de pétrole et moins de déchets que les méthodes commerciales existantes. Il peut aussi être utilisé avec les résidus de raffinerie et, peut-être, avec les goudrons de houille.

Dans le procédé CANMET, la matière première est mélangée avec de l'hydrogène sous pression et le mélange est aspiré dans un long réacteur tubulaire dans lequel l'hydro-craquage a lieu à haute température. La fraction de brai à haut point d'ébullition est convertie en fractions plus légères qui peuvent alors être traitées pour produire du pétrole brut synthétique.

Pour la mise au point du procédé, le CANMET disposait des installations suivantes:

- deux usines pilotes d'une capacité de 159 L/d, avec un système moderne de saisie des données; la première avait été achevée en 1956, la deuxième en 1979;
- des installations pour la mise au point du catalyseurs: quatre réacteurs de laboratoire, fonctionnant en continu, sous pression et une unité d'hydro-traitement de 1 litre;
- une colonne de distillation sous vide, fonctionnant en continu, d'une capacité de 1 200 L/d, pour la préparation de la matière première et des distillats, et un distillateur éclair Podbielniak;
- un laboratoire d'analyse.

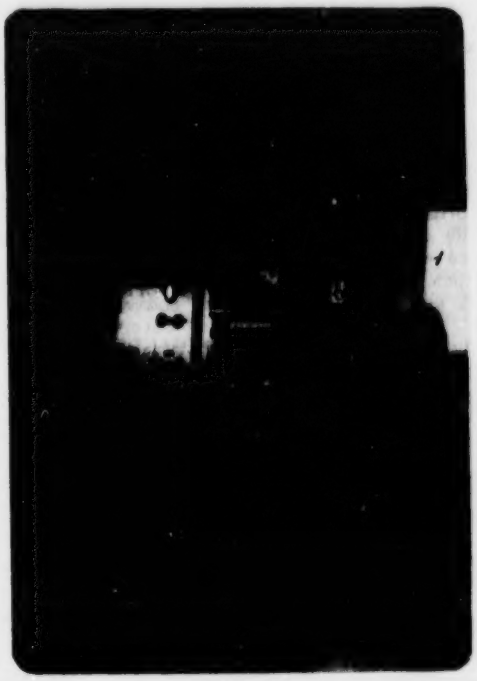
Les mesures effectuées dans les usines pilotes et au laboratoire ont permis la mise sur pied d'une banque de données importante. Les données provenant des usines-pilotes portent sur les effets de certains paramètres comme la pression, le taux d'alimentation, la température, le débit de gaz et les additifs. Plus de 100 rapports relatifs au procédé ont été publiés. Neuf brevets ont déjà été délivrés, et sept autres sont en instance. Éventuellement, le procédé sera breveté dans huit pays. Une étude de coût menée par des ingénieurs-conseils indépendants a montré que les frais d'investissement et d'exploitation pour le procédé CANMET se comparent favorablement aux procédés commerciaux concurrents déjà en exploitation.

Dans tout le secteur, le procédé CANMET apparaît comme un procédé susceptible de supplanter avantageusement les techniques actuellement utilisées pour améliorer les pétroles lourds et les résidus de raffinerie. À la fin de l'année, Pétro-Canada et Lavalin Inc., une entreprise entièrement canadienne, avaient terminé les négociations et étaient prêts à signer un accord pour mettre au point et commercialiser conjointement le procédé. La planification de l'emplacement d'une usine de démonstration a été entreprise avec dynamisme.

Au cours de l'année 1980-1981, le CANMET et Pétro-Canada ont poursuivi leurs efforts de commercialisation du procédé. On a enregistré plus de 7 000 h de fonctionnement des deux usines-pilotes. Le programme comprenait des essais supplémentaires de caractérisation des matières premières, ainsi que des essais à taux de conversion du brai très élevé (jusqu'à 100%) avec un recyclage, différentes géométries de réacteurs, l'allumage rapide, et des essais de longue durée sans problèmes visant à démontrer la fiabilité du procédé. Des essais d'optimisation ont montré que l'on pouvait couramment atteindre des taux de conversion de brai nettement supérieure à 95% en masse. De nouvelles matières premières ont été essayées avec succès. On a aussi entrepris des travaux relatifs à l'étude par balayage aux rayons gamma du comportement du lit et de l'écoulement d'un système à trois phases, et à la modélisation mathématique du procédé. Les travaux de recherche sur place étaient soutenus par sept études à contrat.

Mise au point de catalyseurs - Les succès de ces dernières années du programme d'essai du procédé d'hydrocraquage du CANMET dans les usines pilotes étaient dus en partie à des expériences préliminaires effectuées à l'échelle du laboratoire par des spécialistes des catalyseurs. Ces spécialistes ont tenté de résoudre les problèmes de désactivation des catalyseurs rencontrés avec les matières premières lourdes. Divers types de catalyseurs ont été préparés au laboratoire et essayés. Les chercheurs ont aussi étudié les aspects structuraux fondamentaux des catalyseurs afin de mieux comprendre les effets des différences de structure et afin de mettre au point des catalyseurs plus résistants aux produits lourds.

Les expériences conduites au laboratoire montrent que la vitesse de réaction de grosses molécules (dans les résidus de pétrole et dans les pétroles lourds) est limitée par la vitesse à laquelle elles diffusent à travers les pores d'un catalyseur classique. L'année passée, un support catalytique présentant à la fois des pores de grand diamètre et une grande superficie de catalyse a été mis au point. On s'attend à ce que cette nouvelle structure améliore considérablement les vitesses de réaction.



M. Fulton, technicien, effectue une lecture lors d'un essai à l'échelle du laboratoire du procédé d'hydrotraitement catalytique.

Caractérisation des produits obtenus et évaluation de leur utilisation finale - Les matières premières utilisées dans le procédé d'hydrocraquage du CANMET sont complexes et il est important de comprendre leur composition chimique et les effets de cette dernière sur les réactions avant d'entreprendre la mise au point de méthodes de traitement. De plus, comme avec tout nouveau procédé, les produits obtenus sont probablement différents de ceux obtenus avec d'autres méthodes. Il faut comprendre les incidences de ces différences sur le traitement ultérieur ou sur la commercialisation. Le CANMET dispose d'un équipement sophistiqué permettant ces études de caractérisation.

Les composants azotés, par exemple, sont importants parce qu'ils provoquent la désactivation du catalyseur au cours de l'amélioration. Les chercheurs font breveter une technique permettant d'éliminer la plupart de ces composants indésirables au moyen de substances sorbantes peu coûteu-

ses. Pour déterminer les caractéristiques chimique des composés aromatiques polycycliques (potentiellement cancérigènes) présents dans les matières premières et dans les produits, les chercheurs ont mis au point une méthode de chromatographie liquide haute performance et l'ont appliquée à cinq matériaux différents. Les effets des conditions d'hydrocraquage sur les composés sulfurés dans le naphta produit ont aussi été étudiés.

Le travail avec ces matériaux difficiles implique généralement la mise au point de nouvelles méthodes analytiques. Cette année, l'étude d'un procédé très spécifique d'identification chimique des oléfines dans les distillats de pétrole et dans les produits synthétiques a été couronnée de succès. Les travaux visant à améliorer les techniques de détermination des composés dans les combustibles synthétiques ont été concentrés dans le domaine de la chromatographie liquide haute performance. On a décrit une méthode d'analyse rapide des types d'hydrocarbures présents dans le naphta basée sur l'emploi de cette technique avec une phase adsorbante mobile précédemment mise au point au CANMET. On a aussi commencé la mise au point d'une méthode rapide de détermination de la teneur en asphaltène des bitumes, des pétroles lourds et de leurs produits synthétiques; cette méthode utilise la chromatographie en couche mince (CCM).

Matériaux pour les canalisations de transport des résidus de sables bitumineux - Les métallurgistes du CANMET étudient le problème du transport, dans des canalisations, des boues résiduelles des sables bitumineux, vers les décharges. Ces boues sont hautement abrasives et corrosives et le remplacement fréquent des canalisations peut être un problème.

Les résultats d'essais effectués avec des résidus de l'usine de Syncrude Canada montrent que les petites quantités de pétrole restant dans les résidus de Syncrude agissent comme lubrifiant et réduisent l'usure par abrasion. Cette réduction, cependant, est contrebalancée par la nature hautement corrosive des résidus de Syncrude.

Matériaux pour les oléoducs et les gazoducs - Il y a plus de 175 000 km de canalisations de pétrole et de gaz au Canada. Dans les années à venir, beaucoup de kilomètres s'ajouteront pour permettre le transport de l'énergie des régions éloignées vers les nouveaux marchés. Ces systèmes de livraison sont d'un intérêt crucial pour notre approvisionnement énergétique. Par conséquent, les aciers utilisés pour les canalisations doivent être de la meilleure qualité permise par les considérations économiques.

En 1979, les travaux de recherche des métallurgistes du CANMET sur les aciers destinés aux canalisations ont pris la forme de deux projets. Ces travaux reflètent le déplacement de l'intérêt de l'évaluation des propriétés des conduites commerciales de qualité X-70 nouvellement mises au point vers l'étude des mécanismes responsables des défaillances, en service, des canalisations de qualité X-52. En 1980-1981, les travaux se sont encore étendus avec la mise sur pied d'un troisième projet visant à rassembler des données de base sur les effets individuels et conjugués des éléments ajoutés en petites quantités aux aciers très résistants destinés aux canalisations. Le but de ce travail est de découvrir la composition optimale, d'un point de vue économique, des canalisations de qualité X-70 et de préparer le prochain bond dans la recherche de la résistance.

Lorsqu'il est devenu évident, au début des années soixante-dix, que les canalisations venant du nord du Canada seraient construites avec des aciers d'un type nouveau, dont les propriétés mécaniques seraient nettement supérieures à celles des aciers utilisés dans le sud du pays, CANMET a commencé les travaux d'évaluation de ces nouveaux aciers. Le but fondamental de ce travail était de mettre sur pied une base de connaissances, destiné au secteur public, permettant d'apporter des réponses impartiales à des questions touchant l'intérêt public et industriel et permettant, en particulier, d'aider à définir des critères techniques bien fondés pour l'acceptation ou le rejet de ces aciers. Dix ans plus tard, la tâche est pratiquement complétés et les ressources mobilisées pour les travaux de R & D sur les canalisations ont été affectées à d'autres éléments du projet.

L'un des principaux sujets d'étude est la soudure. Au cours de l'année passée, on a évalué la résistance à la pénétration de soudures continues effectuées en usine et la soudabilité sur le terrain de différents types de canalisation. Pour évaluer la soudabilité sur le terrain, on a déterminé la résistance à la pénétration de la zone affectée par la chaleur (ZAC) et la résistance à la fissuration aidée par l'hydrogène. Il est cependant difficile d'obtenir des résultats reproductibles lors de la détermination des propriétés mécaniques de la ZAC en raison des variations brutales, sur de courtes distances, de ces propriétés et de la microstructure. Les chercheurs ont donc dû recourir à des extrapolations à partir de corrélations avec des échantillons de dimensions suffisantes de microstructure connue.

On s'est aussi servi du microscope analyseur d'images pour déterminer les microstructures. Une méthode de mesure de la granulométrie de certains types de ferrite a été mise au point. On a trouvé que la taille des grains influait sur la résistance au choc et sur les modes de clivage. Dans le cadre d'un programme à long terme d'évaluation des propriétés de différentes longueurs de canalisation, on a soumis un échantillon de qualit 483 (X-70) à une série complète d'essais d'uniformité. Dans une autre étude, on a utilisé la diffraction des rayons X pour déterminer la nature et la distribution des tensions résiduelles qui sont "fixées" dans la canalisation lors de la fabrication.

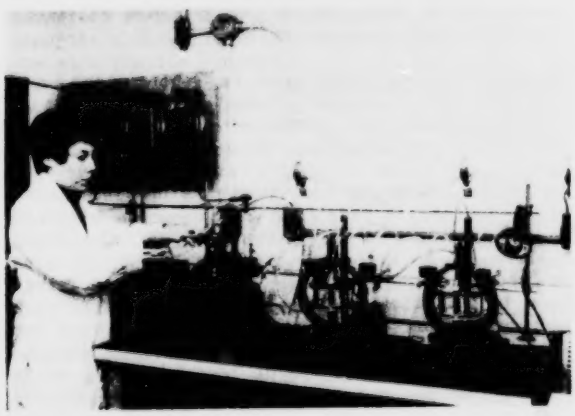
Un certain nombre de défectuosités observées dans l'ouest du Canada sont dues à une fissuration en gradins causée par le sulfure d'hydrogène présent dans les gaz et dans les pétroles corrosifs. En réponse à une demande de l'industrie, le CANMET a entrepris une série d'études pour mieux comprendre ce phénomène.

Des phénomènes mécaniques et électro-chimiques extérieurs à la canalisation peuvent aussi provoquer des défectuosités. Par exemple, une fissuration par corrosion sous tension peut se produire en présence de certains ions et d'un potentiel électro-chimique dans le sol si un changement dans les conditions d'exploitation entraîne une variation des contraintes. Le CANMET procède à des expériences de laboratoire pour identifier les facteurs métallurgiques et environnementaux à l'origine de ce problème.

Des dommages mécaniques comme des bossellements, des éraflures et des indentations provoqués par des engins d'excavation peuvent réduire la vie utile d'une canalisation en créant des zones bien localisées de très forte tension susceptibles de devenir des sites de fissuration. Pour quantifier ces effets, on a soumis des canalisations bosselées jusqu'à 5% de leur diamètre à des essais de fatigue. Aucune défaillance n'est apparue au cours de 3 000 cycles de pression appliquée à 80% de la résistance à la rupture.

Un entrepreneur a écrit un programme informatisé complexe qui détermine la meilleure fréquence et le meilleur calendrier des inspections pour maximiser la durée de vie de canalisations, tout en tenant compte des frais afférents et des économies possibles. Dans un autre contrat, on a conçu et fabriqué un appareil de balayage ultra-sonique pour détecter et contrôler la croissance des fissures de fatigue provoquée par des défauts de soudure.

Le CANMET commence aussi à appliquer les travaux en cours sur les aciers très résistants et faiblement alliés aux exigences de l'industrie des canalisations. Utilisant des dispositifs de laboratoire uniques pour travailler l'acier et laminer les tôles, les spécialistes cherchent à mieux comprendre les effets individuels et conjugués des éléments utilisés dans les alliages et des paramètres thermo-mécaniques. Le travail est lié aux efforts industriels pour réduire la dépendance vis-à-vis du molybdène, le principal élément utilisé dans les alliages.



M. Fichera, technicienne, règle l'appareil d'essai de corrosion sous tension des aciers pour canalisations.

Technologie des charbons

Le CANMET est le principal centre de R & D en science et en technologie des charbons. Grâce à la compétence qu'il a acquise au cours de ce siècle et qu'il a continué de développer, dans l'intérêt national, pendant la période de déclin des années 50 et du début des années 60, le CANMET dispose maintenant d'un vaste programme de recherche en expansion dans les domaines de l'exploitation, du traitement et de l'utilisation des charbons.

Techniques d'extraction - Les veines abruptes et épaisses situées dans les terrains montagneux de l'ouest du Canada contiennent certains des dépôts les plus importants et les plus riches du Canada. Ces veines ont une épaisseur variable et il est difficile de prévoir et de maîtriser le comportement des couches environnantes. En coopération avec les sociétés productrices de charbon, les ingénieurs du Bureau de l'Ouest du CANMET, situé à Calgary, étudient le comportement de ces couches pendant l'extraction. Une grande partie du travail est liée à l'exploitation hydraulique dans une mine importante. En ce qui concerne un contrat relatif à la surveillance des affaissements de terrain, on a atteint l'étape de l'évaluation sur le terrain. On a signé un contrat additionnel au cours duquel on évaluera la photogrammétrie aérienne comme méthode de mesure des affaissements.

Dans le domaine de l'extraction souterraine, le CANMET et Calgary Power Limited ont mené conjointement une étude sur l'application d'une technique souterraine à l'extraction dans le paroi d'une mine à ciel ouvert. Le contrat a été mené à terme et un colloque a été tenu. La méthode d'exploitation par chambres a été perfectionnée et deux sociétés productrices commencent à l'appliquer sous une forme ou une autre. On termine actuellement la préparation d'un résumé des méthodes d'extraction applicables à des situations géotechniques particulières dans diverses régions houillères du Canada.

On a rassemblé des données sur les critères d'évaluation des réserves, au cours de projets importants menés en Alberta et en Colombie-Britannique. Un rapport sur les critères utilisés par les compagnies productrices de charbon a été préparé et on termine un document similaire basé sur le point de vue des planificateurs.

Des travaux contractuels sur les critères de sélection des roues à augets pour l'extraction à ciel ouvert ont été effectués, incluant des essais géotechniques pour déterminer les possibilités d'excavation dans les morts-terrains. On terminer actuellement la préparation d'un rapport sur le choix des excavateurs à roues à augets.

Sécurité dans les mines de charbon - En 1953, pour répondre au désir unanime des inspecteurs provin-

ciaux, dans les provinces productrices de charbon, le gouvernement fédéral a établi un laboratoire d'homologation (fonctionnement sur le principe du recouvrement des coûts) de l'équipement minier électrique sans danger lorsqu'il est utilisé dans une atmosphère souterraine explosive. Un arrêté en Conseil a donné à ce sujet tous les pouvoirs à un fonctionnaire fédéral chargé de l'homologation. Ce mandat original a lentement évolué au cours des années et il inclut maintenant de nombreux matériaux et liquides résistants au feu, de l'équipement diesel et des appareils de détection des gaz explosifs dans des endroits dangereux, dans les mines souterraines et dans les industries. D'autres organismes comme l'Association canadienne de normalisation (ACNOR), l'Underwriters' Laboratories of Canada (ULC) et l'Association canadienne du gaz (ACG) envoient ce genre d'équipement au CANMET pour des essais spécialisés.

La principale activité du laboratoire est de vérifier et d'homologuer l'équipement destiné aux mines de charbon où il se forme des mélanges explosifs de méthane et d'air. Le personnel du laboratoire effectue aussi des travaux de recherche et de développement supplémentaires et il participe à l'élaboration de normes nationales et internationales.

Au cours de l'année, le laboratoire a délivré 46 certificats relatifs à la sûreté des équipements. Les autorités ont aussi homologué la première installation (dans une mine de charbon) de réparation d'équipements pouvant être utilisés dans une atmosphère explosive. La compagnie productrice a démontré qu'elle pouvait réparer l'équipement en accord avec les normes établies sans avoir à passer à nouveau par le Bureau d'homologation. Le personnel du laboratoire a aussi tenu un premier colloque officiel pour des représentants de l'industrie sur les principes de sécurité relatifs aux types d'équipement éprouvé dans les laboratoires du CANMET. Le personnel a aussi publié des documents décrivant les services d'homologation et donnant une liste des équipements qui ont déjà été homologués.

Un contrat de recherche et de développement a abouti à la fabrication d'un système d'épuration à l'eau de type venturi, à haut rendement, adaptable aux moteurs diesels utilisés dans les mines de charbon. Le dispositif permet d'éliminer plus de 70% des émissions de particules des gaz d'échappement. Il sera installé sur des engins utilisés pour charger, transporter et déverser le charbon et essayé dans une mine souterraine en 1983.

Environnement souterrain - Au cours du processus géologique de formation de la houille, du méthane a été adsorbé dans la veine de charbon. Ce méthane est libéré lors de l'extraction. Du fait de la poussière produite pendant l'extraction et de la combustibilité du charbon lui-même, le méthane crée une atmosphère souterraine où les explosions et le feu constituent de sérieux dangers.

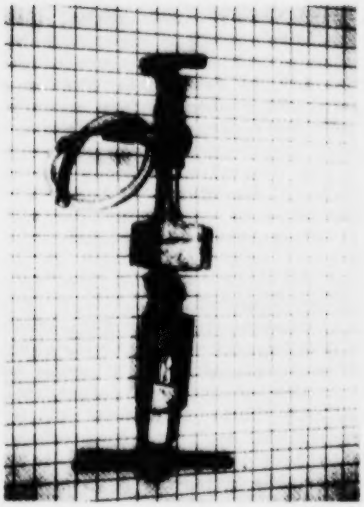
La surveillance de la désorption du méthane des charbons canadiens a retrouvé son importance à la

P. Mogan (G) et D. Dainty (D), chercheurs, observant l'épurateur de type venturi, de très haut rendement, adaptable aux moteurs diesels et capable d'éliminer plus de 70% des particules des gaz d'échappement.

suite du récent regain d'intérêt pour l'extraction souterraine et avec la prise de conscience que même de faibles quantités de méthane pouvaient modifier l'indice d'explosivité de la poussière. Ce domaine a fait l'objet de recherches pendant de nombreuses années, mais on s'attache maintenant à étudier de plus près la surveillance de la combustion spontanée du méthane et de l'environnement souterrain. Le CANMET joue un rôle d'expert-conseil, dans ces domaines, auprès de diverses organisations.

Après une étude de la documentation et des visites dans des laboratoires de recherche aux États-Unis, le CANMET a décidé d'essayer sur le terrain le système Conspec de surveillance de l'environnement souterrain. On a obtenu un dispositif anglais de monitorage de la vitesse de l'air et de la présence de méthane et on a élaboré un projet de recherche à contrat pour l'étude des systèmes existants d'aération des mines de charbon.

Préparation des charbons - La préparation des charbons est un terme général se rapportant à l'amélioration des produits d'extraction pour satisafire aux exigences de qualité d'un marché particulier. Les objectifs sont d'éliminer les impuretés telles que les matières minérales libres et le soufre, de rectifier la teneur en humidité et de produire de façon continue un produit de qualité et de granulométrie uniformes. En plus de réduire des problèmes techniques rencontrés lors de l'utilisation finale, la préparation peut réduire les émissions dans l'environnement et les frais de transport. Dans les conditions actuelles, tant au point de vue de l'économie que de la réglementation, ces considérations sont importantes aussi bien pour le producteur que pour l'utilisateur. Elles ont revêtu une importance particulière lors du développement du marché d'exportation pour les charbons métallurgiques de l'Ouest.



Appareil de concassage du charbon - dispositif de laboratoire pour la désorption du méthane.

Broyeur à boulets de laboratoire utilisé lors de l'étape finale des essais de désorption du méthane.

Le CANMET a commencé ses travaux de recherche sur la préparation des charbons il y a de nombreuses années. Il s'agit d'un travail interdisciplinaire puisque le charbon est à la fois une source d'énergie et un minerai. Les chercheurs ont enregistré un certain nombre de réussites comme le cyclone composé à eau qui a constitué la base de la majeure partie des travaux au laboratoire d'Edmonton. En plus des travaux de R & D pour l'amélioration des méthodes de traitement, les spécialistes ont travaillé avec les responsables de l'industrie à étudier les caractéristiques et les exigences de préparation des charbons commerciaux.

Dans ce travail l'usine pilote a été et continuera d'être un outil essentiel. Dans le passé, la confiance portée à la technologie et à des modèles importés a donné lieu à des dépenses élevées et à une exploitation inefficace de certaines installations canadiennes. Une usine-pilote complexe permettra aux ingénieurs d'étudier plus en détail les techniques les mieux appropriées aux conditions particulières qu'ils rencontrent.

À Edmonton, le CANMET exploite une mini-usine de 150 kg/h et une usine pilote de 10 t/h. Cette année, les deux usines ont fait l'objet de modifications en vue d'augmenter leur capacité. Des essais effectués dans la mini-usine ont fourni des données supplémentaires relatives à l'effet des particules très fines sur la qualité de la séparation du charbon et des minerais. C'est un point critique de la conception des usines et du traitement de l'eau car les charbons de l'Ouest canadien contiennent une grande proportion de matières très fines. Le traitement des fines de charbon est au centre de la recherche actuelle.

Certains charbons de l'Ouest ont aussi tendance à s'oxyder très facilement, ce qui diminue l'efficacité des appareils dont le fonctionnement dépend de la chimie superficielle, comme les cellules de flottation par moussage. Cette année, deux études contractuelles ont été entreprises pour explorer les méthodes permettant de changer les propriétés physiques et chimiques, en surface et en profondeur, liées à l'oxydation, et pour évaluer la faisabilité de ces méthodes. Une grande compagnie productrice a maintenu sa participation à la première étape d'une étude à frais partagés sur la mise au point de méthodes et d'équipement, sur la caractérisation de charbon oxydé, sur les essais de micro-flottation et sur le passage à l'échelle réelle, pour une période de cinq ans. La faisabilité d'un procédé de mesure d'angle de contact, pour des particules fines, est étudiée dans le cadre d'un contrat avec l'université de Toronto.

Les résultats de recherches contractuelles sur l'analyse d'échantillons, obtenus au cours des deux dernières années, prelevés dans dix usines de lavage canadienne, aux stades du lavage, du criblage et autres, ont fourni des données utiles qui ont servi à établir des modèles et des diagrammes opérationnels. Les données ont aussi montré que, sur toutes les pertes enregistrées lors de la récupération des produits, dans toutes les usines canadiennes de lavage, plus de 80% provenaient des procédés mettant en jeu des fines de charbon, comme la flottation et les cyclones à eau. Etant donné que ces procédés représentent en moyenne 33% de la capacité installée totale des usines de lavage canadiennes, la nécessité d'un effort concerté en matière de R & D sur le nettoyage des fines de charbon est évidente.

On a étudié la récupération du charbon par broyage et traitement progressif à partir de résidus provenant de plusieurs mines de charbon canadiennes. Après réduction de la taille à moins de 300 µm,

il a été possible de concentrer par flottation la majeure partie du charbon et d'obtenir une bonne qualité thermique (15 à 23% de cendres suivant les charbons). Après un broyage supplémentaire jusqu'à moins de 25 µm, on a produit, par flottation et agglomération sphérique, des concentrés de charbon contenant 10% de cendres.

On a effectué une étude compararive des procédés de séparation magnétique par voie sèche et par voie humide pour le nettoyage des charbons pyriteux de la Nouvelle-Écosse. Les deux méthodes ont donné de bons résultats pour l'élimination des cendres et pour la désulfurisation. Si l'on compare avec la séparation en milieu liquide dense, l'efficacité de la récupération du charbon par le séparateur magnétique à haut gradient était en moyenne de 83% pour l'élimination de soufre et de 91% pour la réduction des cendres. On compare actuellement la séparation magnétique à haut gradient à la flottation, pour l'amélioration des charbons hautement pyriteux de l'Ouest.

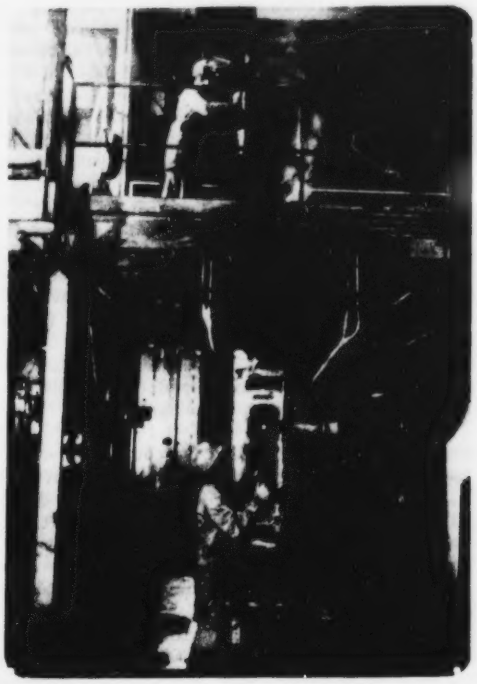
Deux entrepreneurs ont aussi terminé des travaux relatifs à la pulvérisation chimique et à ses effets sur le nettoyage subséquent du charbon. En utilisant de l'ammoniac gazeux à 758 kPa et à 22°C, on a atteint une réduction importante de la taille des grains avec des charbons de Prince et de Lingen (DEVCO). Cependant, les courbes de lavabilité des charbons pulvérisés chimiquement étaient similaires à celles obtenues avec des charbons dont la taille avait été réduite de façon comparable par des moyens mécaniques. De plus, la consommation d'ammoniac était élevée en l'absence d'un pompage sous vide prolongé de cette substance sur le charbon pulvérisé.

Les laveries de charbon produisent de grandes quantités d'effluent liquide contenant des solides finement divisés. Afin de réduire les conséquences environnementales et la demande en eau claire, les industriels essaient d'éliminer les solides et de recycler l'eau. Cependant, il n'est pas facile de rendre ce procédé efficace et il est nécessaire d'approfondir l'étude des principes mis en jeu.

Un grand moment de l'année a été l'essai sur le terrain, dans une mine de charbon, de la nouvelle usine de traitement de l'eau du CANMET. L'usine peut être rattachée à une usine commerciale pour permettre l'étude des besoins de traitement et effectuer des recherches sur de nouvelles méthodes, sans qu'il soit nécessaire d'enterrompre les opérations. Le coeur de l'usine mobile est la floculation, une technique qui permet de lier les solides, par addition de réactifs, ce qui rend la séparation plus facile. L'usine possède aussi l'équipement nécessaire à l'agglomération au pétrole, pour la récupération éventuelle des fines de charbon. Des études en laboratoire, où plusieurs floculants disponibles sur le marché ont été évalués cette année, complètent les travaux effectués dans l'usine.

Carbonisation - Les charbons cokéfiants constituent un important produit d'exportation. En 1980, le Canada en a exporté 15,2 x 10^6 t, représentant une valeur totale de $700 millions. Les aciéries canadiennes, par contre, importent la plus grande partie de leur charbon, soit 9 x 10^6 t en 1980. Les producteurs de charbon qui cherchent des marchés et les fabricants d'acier (canadiens ou étrangers) qui recherchent un approvisionnement sûr, s'intéressent donc tous les deux à la qualité des charbons canadiens utilisés comme agents cokéfiants et aux nouvelles méthodes de cokéfaction. Les fabricants cherchent à trouver aussi des façons de réduire le taux de cokéfaction (quantité de charbon nécessaire pour produire une tonne de fer).

La production commerciale de coke se fait dans des fours à chambres étroites disposées en batterie. Le CANMET dispose de quatre modèles réduits: deux dans ses laboratoires d'Ottawa et deux à Edmonton. Bien que ces fours soient beaucoup plus petits que les fours industriels, ils ont une largeur similaire, et l'on dit d'eux qu'ils sont à "l'échelle technique". Une récente étude comparative détaillée a permis de vérifier que tous les fours CANMET simulent le procédé industriel et fournissent un produit comparable. Cette année le CANMET a entrepris l'essai d'un appareil permettant de mesurer la pression interne des gaz dans ses fours. On pense que la pression des gaz est liée à la pression sur les parois du four. Cette dernière est une source de problème pour les industriels, car elle est susceptible d'endommager la batterie de fours.



Z. Tazbir (haut) et R. Bell (bas), techniciens, chargent les fours de cokéfaction à l'échelle technique avec du charbon broyé.

Les fours du CANMET sont utilisés à la fois pour la R & D et pour évaluer les propriétés cokéfiantes de certains charbons. Les programmes sont planifiés en coopération avec la Société canadienne de recherche sur la carbonisation (SCEC), un organisme regroupant les grandes compagnies productrices de charbon et d'acier et le CANMET.

Les recherche du CANMET ont montré qu'un briquetage partiel des charges des fours de cokéfaction, méthode très utilisée au Japon, pouvait améliorer la qualité du coke obtenu avec les mélanges de charbons utilisés dans les aciéries canadiennes. On peut maintenir la qualité du coke en ajoutant des quantités importantes de charbons peu et pas cokéfiables à la fraction briquetée. Une étude des effets des paramètres du procédé sur les charges contenant des charbons non cokéfiants a montré que la qualité du coke était meilleure lorsqu'on augmentait la pulvérisation de la fraction briquetée et lorsqu'on augmentait les quantités de liant dans les briquettes. Les résultats d'essais effectués avec des mélanges de charbons relativement fluides utilisés par les producteurs canadiens de coke ont été présentés lors d'une réunion technique réunissant la SCRC et des producteurs d'acier japonais. On doit procéder, au Japon, à des essais de démonstration avec des mélanges canadiens.

Des études antérieures du CANMET ont montré qu'il était possible d'améliorer, avant la carbonisation, la qualité du coke obtenu à partir de charbons peu cokéfiants et moyennement volatils. Récemment, des essais microscopiques et en tambour dessableur, effectués à une plus petite échelle en carbonisant des charbons peu cokéfiants et faiblement volatils de l'ouest canadien avec addition de brai expérimental, ont aussi montré que cette addition améliorait la qualité du coke. Cependant, on a observé peu d'amélioration avec des cokes produits dans les fours à l'échelle technique, si l'on ajoutait du brai commercial à un bon mélange cokéfiant industriel et à un mélange industriel contenant du charbon cokéfiant de bonne qualité mais hautement inerte, de l'ouest canadien.

Le meilleur critère de qualité du coke est sa résistance à l'écrasement et à l'abrasion lorsqu'il est placé dans les conditions régnant dans un haut fourneau. La réaction entre le dioxyde de carbone (CO_2) et le coke, dans le haut fourneau, peut affaiblir le coke et entraîner des difficultés opérationnelles. Le CANMET a vérifié la résistance à l'écrasement du coke après réaction avec du CO_2 à 1100°C et il a évalué les effets d'additifs, comme le brai, et de la teneur en cendres sur cette résistance. Les résultats montrent qu'une diminution des cendres améliore à la fois la réactivité du coke vis-à-vis du CO_2 et sa résistance après réaction. Une étude contractuelle accordée à l'université McMaster a montré qu'une vapeur d'alcali provenant des cendres de coke diffuse dans la structure à température élevée et l'affaiblit. Ce résultat a été confirmé par des expériences faites dans le réacteur à contre-courant du CANMET, qui simule les conditions de réaction dans un haut fourneau.

L'effet de l'élimination des cendres, par une préparation du charbon, a été mesuré au cours d'une autre étude. Lors d'essais dans des fours, une réduction de la teneur en cendres améliorait substantiellement la qualité de certains cokes produits à partir de charbons non mélangés. Les améliorations étaient plus modestes avec des charbons mélangés.

Les travaux de carbonisation dans l'usine pilote sont étayés par une grande diversité d'essais et d'analyses de laboratoires. Dans le programme, on procède à une étude pétrographique et rhéologique, et à une analyse chimique de tous les charbons. De plus, les travaux de R & D s'appuient sur une recherche fondamentale sur la constitution des charbons et des cokes. Par exemple, des analyses microscopiques ont été entreprises dans le but de caractériser l'anisotropie optique des formes du carbone présentes dans différents cokes.

On a mis au point un procédé, essayé avec succès, qui permet d'obtenir avec le même appareil les coefficient de contraction à haute température (500-1000°C) pendant le cokéfaction de charbons peu et très fluides. On peut ainsi comparer directement les résultats et l'on étudie actuellement les effets de mélanges de différents charbons sur la contraction (donc sur la fissuration) associée à la carbonisation.

La résonance magnétique nucléaire du carbone-13 a été utilisée pour mesurer le degré d'oxydation de charbons métallurgiques avant et après traitement par addition de brai. Les effets des additifs sur les caractéristiques de carbonisation du charbon ont été déterminés sur de petits échantillons avec le four de carbonisation à "échantillon mobile" que le laboratoire a récemment mis en service. Des études continues sur la répartition des groupes fonctionnels, à partir de procédés d'évaluation des solides par infra-rouge, ont montré des changements de groupes dus à la maturation des charbons de l'ouest canadien.

Gazéification des charbons - La gazéification des charbons, réaction entre le charbon, l'oxygène et la vapeur d'eau, constitue une option technique importante pour le Canada, à la fois pour la production d'électricité et comme nouvelle source de combustible liquide. La production d'électricité par le procédé gazéification-cycle combiné est une façon de dépasser les limites imposées par le rendement de 40% du cycle de la vapeur et d'éliminer le soufre avant la combustion. La gazéification combinée à la catalyse est le seul procédé industriellement éprouvé de production de combustible liquide (essence ou méthanol) à partir du charbon.

De la recherche sur la gazéification est effectuée dans les laboratoires du CANMET et sous contrat. Le principal objectif du programme interne est d'obtenir des données sur les caractéristiques de gazéification de divers charbons canadiens. Ces données fournissent une base pour l'évaluation de techniques de pointe pour la conversion du charbon canadien en gaz, en électricité ou en méthanol, à partir des matières premières locales, dans dif-

férentes régions du Canada. Les travaux à contrat sont conçus pour introduire la technologie au Canada, pour encourager un certain développement technique et pour bâtir une compétence canadienne.

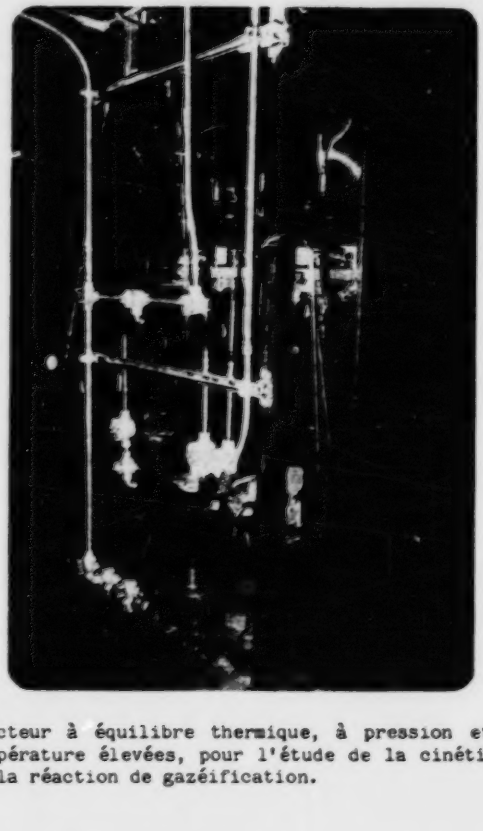
Les installations expérimentales du CANMET comprennent un appareil de gazéification par lots en lit fixe, à pression atmosphérique, et un réacteur en équilibre thermique à haute pression. L'appareil de gazéification convient pour une première évaluation de la performance de différents charbons en matière de gazéification. On a pratiquement terminé la caractérisation d'importants charbons canadiens en fonction de leurs paramètres de gazéification à la pression atmosphérique, et l'on se concentre maintenant sur l'obtention de données sous pression. Un appareil de gazéification en continu, en lit fixe et à haute pression, simulant les caractéristiques des systèmes Lurgi, est en construction.

Un progrès technique important a été enregistré l'année passée, avec la mise en service d'un système d'échantillonnage et d'analyses multiples qui permet d'appliquer le haut pouvoir de discrimination de la chromatographie en phase gazeuse aux mélanges gazeux de composition extrêmement variable produits au tout début de la volatilisation du charbon. L'emploi de cette technique lors de la gazéification à la pression atmosphérique a permis de classer divers charbons selon leur taux de conversion du carbone.

La réponse nationale et les réalisations des cinq premières années du programme de travaux contractuels de R & D relatifs aux techniques de gazéification des charbons ont été très encourageantes. Par exemple, le projet d'utilisation des charbons de Shaunavon, mené conjointement par une compagnie productrice d'électricité et le CANMET, est une entreprise importante visant à démontrer la faisabilité de la production d'électricité par le procédé gazéification-cycle combiné. Ce procédé est plus efficace et moins polluant que le procédé classique au combustible pulvérisé avec désulfuration des gaz de cheminée. On espère introduire cette technologie sur le marché. La technique sur lit à jet d'air actuellement mise au point à l'université de Colombie-Britannique est une technique prometteuse pour les charbons qui ont tendance à s'agglomérer.

Liquéfaction des charbons - Les recherches sur la liquéfaction sont aussi partagées entre des travaux effectués sous contract et des travaux effectués dans les laboratoires du CANMET. Le programme du CANMET comprend trois projets: une unité de liquéfaction en continu, une unité d'hydrogénation en continu, et des études sur la chimie de la liquéfaction. A la fin de l'année, la construction de l'unité de liquéfaction en continu était achevée, et la mise en service était complète à 90%. Cette unité servira d'abord à évaluer le co-traitement des charbons avec des bitumes ou des pétroles lourds, ce qui constitue un procédé canadien original.

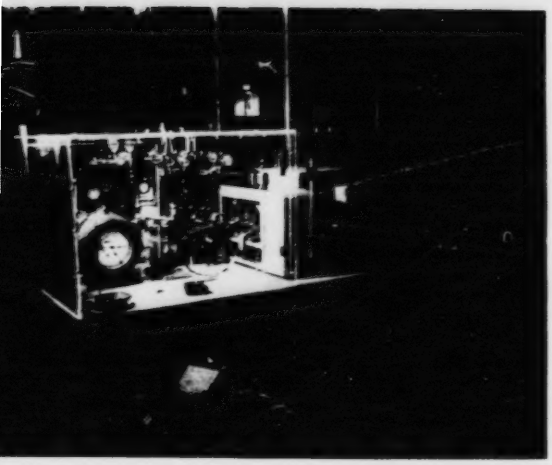
Un contrat a été accordé à la Catalytic Enterprises Ltd., pour la conception détaillée et la construction d'une unité d'hydrogénation à l'échelle du laboratoire. Cette unité sera utilisée pour la préparation de solvants utilisés dans les expériences de liquéfaction et pour l'hydrotraitement de fractions liquides dérivées du charbon produits par l'unité de liquéfaction. Parrallèlement aux unités continues, on installe actuellement des dispositifs de liquéfaction en discontinu, pour étudier divers problèmes.



Réacteur à équilibre thermique, à pression et à température élevées, pour l'étude de la cinétique de la réaction de gazéification.

Les principales réalisations dans le domaine de la liquéfaction des charbons ont été enregistrées dans les programmes à contrat, en cours depuis cinq ans. Plusieurs compagnies ont maintenant des équipes travaillant sur la liquéfaction, et deux unités expérimenales en continu ont été construites en dehors du CANMET. La recherche universitaire s'est aussi étendue. Cette année, on a accordé quatre contrats à frais partagés et dix contrats subventionnés à 100%, représentant une somme totale de $900 000.

Combustion classique des charbons - Les travaux actuels du CANMET sur les procédés classiques de combustion reflètent le rôle de plus en plus important que l'on attribue aux charbons pour répondre à nos besoins futurs en énergie et pour réduire notre dépendance vis-à-vis des pétroles étrangers. La production canadienne de charbon thermique, qui est passée de 10×10^6 t en 1974



stème d'échantillonnage et d'analyses multiples
sé sur la chromatographie en phase gazeuse, pour
analyse de mélanges gazeux de composition extrê-
ment variable produits lors de la gazéification
charbon.

environ 20 x 10^6 t en 1980, atteindra proba-
ement 60 x 60^6 t en 1990. Cependant, cette
calade de la demande dépendra fortement de la
pacité des systèmes de combustion classiques et
uveaux à résoudre les problèmes engendrés par
qualité variable du combustible, des exigences
latives à la disponibilité d'un meilleur équipe-
nt et de la mise en application de lois environ-
mentales plus strictes.

r une série d'études conduites à l'échelle pilo-
, le CANMET tente d'évaluer la performance des
arbons dans les dispositifs alimentés avec des
mbustibles pulvérisés, d'améliorer les tech-
ques de combustion, lorsque c'est possible, et
économiser le pétrole en modifiant les systèmes
dustriels de combustion. Le travail s'étend à
autres combustibles solides qui peuvent être
ûlés à l'état de poudre, tels que les résidus
bois.

cours de l'année, les spécialistes de la com-
stion ont procédé à des essais avec plusieurs
arbons de qualités variées. Les essais ont été
fectués dans la chaudière pilote expérimentale
CANMET pour le compte de compagnies produc-
ices de charbon ou d'électricité ou avec leur
llaboration. On a étudié un certain nombre de
riables, comme l'inflammation, la stabilité de
combustion, l'extinction, la formation de
chefer, l'encrassement et les émissions. Le
avail a comme objectif l'optimisation des condi-
ons de combustion pour obtenir une meilleure
rformance.

CANMET participe aussi à trois études sur des
ûleurs à charbon libérant peu d'oxyde d'azote.
ns le cadre d'un projet coopératif avec l'Agence
ternationale de l'énergie, conduit en Califor-
nie, sept charbons canadiens ont été évalués dans une installation à l'échelle technique. On cherchait ainsi à découvrir le rôle de l'azote contenu dans le combustible dans l'oxydation. Les deux autres projets concernent la modernisation de l'équipement dans une centrale électrique et dans une chaufferie des Forces armées canadiennes.

Les émissions d'éléments traces par les centrales électriques alimentées au charbon commencent à poser un problème environnemental sérieux. Le CANMET analyse des échantillons de charbon et de résidus de combustion, recherchant certains éléments, dont les actinides, dans plusieurs charbons canadiens de différentes qualités qui ont été utilisés dans la chaudière pilote. Dans le cadre d'une autre étude, l'Association canadienne de l'électricité, avec la participation des ministères de l'Environnement et de l'Énergie, des Mines et des Ressources, négocie un contrat avec Batelle Northwest pour l'étude du transport des émissions d'éléments traces de quatre centrales thermiques canadiennes vers les récepteurs. L'étude devrait être achevée à la fin de 1982.

Dispersion du panache - En 1980, on a rassemblé les données relatives à l'élévation du panache obtenues au cours de six années de recherche dans le cadre du programme CANMET/industrie sur la dispersion du panache, et on a présenté un rapport lors de l'Assemblée annuelle de l'Association pour l'assainissement de l'air.

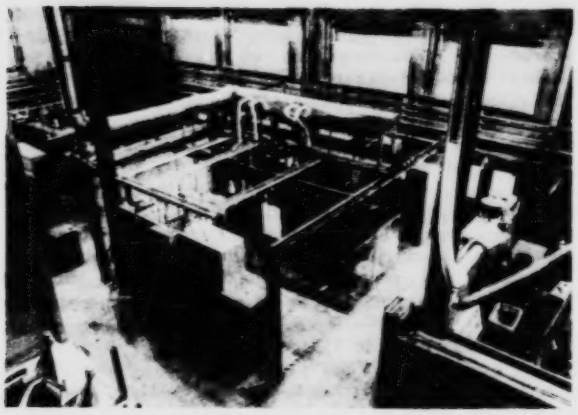
On a comparé les données sur l'élévation du panache avec deux formes de la relation de Briggs, qui est une relation de prévision couramment utilisée dans la documentation. En tout, les données représentaient dix sources, dans des conditions stables et instables, cinq régions géographiques et trois saisons. On a montré que l'on pouvait appliquer l'équation de Briggs à ces données, en particulier dans les conditions stables.

Combustion de mélanges charbon-pétrole - La conversion des centrales thermiques en centrales alimentées au charbon est un moyen de réduire la dépendance énergétique vis-à-vis du pétrole. Cependant, les frais élevés de la transformation de l'équipement limitent les avantages de cette mesure. Il est possible de réduire la consommation de pétrole, sans dépenses importantes, en substituant le charbon à une partie du pétrole, c'est-à-dire en formant une bouillie avec les deux combustibles et en brûlant le mélange liquide.

C'est l'objectif d'un projet de démonstration conduit par le CANMET et par la Electric Power Commission du Nouveau-Brunswick à la centrale n° 1 de 10 MW(e) de Chatham. On a entrepris cette année la phase III du projet, qui avait débuté en 1977, avec deux objectifs: rendre plus efficace le procédé d'agglomération au pétrole utilisé pour améliorer le charbon, et vérifier les performances à long terme de deux brûleurs. Le problème de l'usure de l'équipement due au caractère hautement abrasif de la bouillie continue de freiner l'introduction de la technologie sur le marché industriel. De plus, la mesure des effets de l'usure était compliquée par les variations de la teneur

en charbon de la bouillie et de la teneur en cendres des charbons, variations nécessitées par d'autres objectifs du projet.

Le projet a fourni des données très utiles sur le phénomène d'usure. La principale difficulté se rencontre dans les brûleurs, où l'usure entraîne une détérioration progressive de la flamme. Les pompes, les valves, et l'équipement secondaire de broyage sont aussi sensibles à l'usure. Les principaux facteurs influant sur l'usure sont la conception des composantes, le choix des matières premières et la consumption de la bouillie.



Vue d'un dispositif de liquéfaction du charbon en continu récemment installé.

On avait prévu que le travail à Chantham serait le prélude à un projet de démonstration de 100 MW(e) à Dalhousie (Nouveau-Brunswick). Cependant, l'analyse des conditions économiques actuelles montre qu'il est plus raisonnable de convertir toutes les centrales de capacité supérieure à 100 MW(e), dans la province, à l'alimentation complète au charbon.

Le CANMET a subventionné, conjointement avec quatre autres organismes, un projet à plus petite échelle sur les mélanges charbon-pétrole, mené à la Ontario Research Foundation. Ce projet, terminé en 1980, était conçu pour étudier l'amélioration des charbons, la préparation de la bouillie, le rendement de la combustion, la formation de mâchefer, l'encrassement et les émissions. Trois types de charbon étaient utilisés, provenant de Pennsylvanie, de l'est canadien et de l'ouest canadien.

L'équipe de spécialistes a cherché à utiliser un dispositif à tourbillon pour préparer le mélange et à l'envoyer au brûleur sans utiliser de pompe. On éviterait ainsi le problème de l'usure de la pompe. Cependant, la masse chargée entrant dans le mélangeur était trop faible pour que le mélange soit efficace. Pour l'évaluation de la combustion, on utilisait donc un simple réservoir à mélangeur mécanique. Le mélangeur tourbillon servait à la préparation d'une émulsion contenant une micro-dispersion d'eau, qui a été essayée.

Pour l'évaluation de la combustion, on a préparé avec les trois charbons une bouillie à 30% en masse et une autre à 30% contenant 20% d'eau. Lors des essais, on a utilisé deux taux de chauffage, 7 GJ/h et 3,25 à 4 GJ/h, et deux types de brûleurs, un brûleur de haute intensité mis au point à l'ORF avec Gulf Oil et connu sous le nom de brûleur Vortométrique, et un brûleur Peabody ordinaire. Les performances des deux brûleurs dans le four tunnel du laboratoire d'essais étaient également bonnes, en dépit du fait que le brûleur Vortométrique produisait une flamme hautement tournante, provoquant certains problèmes de contact avec les parois.

La façon classique de préparer les mélanges consiste à broyer le charbon, sec ou semi-sec, et à disperser ensuite les fines particules de charbon dans le pétrole, pour former une bouillie. Le broyage du charbon dans une suspension de pétrole peut offrir des avantages importants: élimination de l'oxydation superficielle du charbon, élimination de l'équipement de dépoussiérage et amélioration de la dispersion du charbon dans le pétrole. La General Comminution Incorporated a mise au point un modèle réduit de broyeur "Szego" d'une capacité de production maximale de 0,5 t/h pour le broyage du charbon destiné au mélange charbon-pétrole. Des essais préliminaires montrent qu'une bouillie charbon/eau (60/40) contenant du charbon de taille inférieure à 19 mm peut être transformée à 85% en particules de taille inférieure à 74 µm en un seul passage, pour un taux d'alimentation en charbon de 400 kg/h. De 2 à 4 passages permettent d'obtenir une taille moyenne des particules de 12 à 20 µm. Ce broyeur ne faisant pas l'objet d'une utilisation industrielle continue, on dispose de peu d'information sur l'usure, l'entretien et d'autres aspects opérationnels. En conséquence, le CANMET participe à la conception et la construction d'un prototype Szego capable de broyer de 1 à 3 t/h de charbon. Ce broyeur permettra alors d'obtenir suffisamment de données relatives à la performance, qui permettront d'extrapoler et d'entreprendre la conception fonctionnelle d'un broyeur à l'échelle industrielle capable de produire 10 à 30 t/h de charbon, sous forme de bouillie.

Combustion en lit fluidisé - La combustion en lit fluidisé (CLF) présente de grands avantages potentiels pour le Canada, pour les raisons suivantes:

- le procédé permet du brûler des charbons à haute teneur en soufre, comme ceux de l'Est du Canada, tout en limitant les émissions de SO_2 grâce à l'utilisation de lits de chaux;

- le procédé permet de brûler des charbons à haute teneur en humidité et en cendres et de faible réactivité. Cela est important pour certains charbons de l'ouest canadien et pour des cokes sous-produits de l'extraction des sables bitumineux;

- il s'agit d'une technique de combustion fiable, économique à petite comme à grande échelle, susceptible de permettre le remplacement du pétrole et du gaz naturel, sur les marchés industriels et commerciaux, par le charbon et les résidus de bois;

- lorsqu'elle se fait sous pression, le CLF permet une meilleure transformation du charbon en électricité.

Cependant, bien que la technologie de la CLF soit normalement disponible sur les marchés pour l'incinération des déchets comme les boues d'égouts et les résidus de bois, son utilisation dans les centrales alimentées au charbon est encore en développement et les pays occidentaux comptent seulement quelques installations industrielles de démonstration. Dans son programme énergétique, le CANMET accorde donc la priorité à l'application rapide de la CLF aux besoins canadiens, en procédant à des travaux de R & D à l'échelle-pilote et en subventionnant des projets de démonstration à l'échelle industrielle.

Un important projet de demonstration de cette technologie a été lancé en 1977 lorsque les ministères de l'Energie, des Mines et des Ressources et de la Défense nationale se sont mis d'accord pour co-subventionner l'exploitation d'une chaudière à CLF à la pression atmosphérique pour la chaufferie de la base de Summerside (Ile-du-Prince-Edouard). Les besoins définis par le ministère de la Défense comprenaient deux chaudières à vapeur d'une capacité de 18 000 kg/h chacune. Le charbon utilisé devait provenir de la mine Prince du Cap Breton, et avait une teneur en soufre d'environ 5%. Un lit de chaux devait permettre de limiter les émissions de SO_2. Les chaudières devaient être conçues de façon à accepter une alimentation supplémentaire avec des copeaux de bois, pouvant aller jusqu'à 30% de la charge calorifique.

En 1977, aucun fabricant canadien n'était en mesure d'offrir des chaudières à lit fluidisé et il a été nécessaire d'effectuer un transfert de technologie étrangère. Deux compagnies ont soumis des projets de conception compétitifs, l'un basé sur la technologie américaine et l'autre sur la technologie anglaise. Les deux projets étaient techniquement acceptables, mais l'on a choisi la conception américaine préparée par Foster-Wheeler, parce qu'elle était moins chère. Cependant, cette compétition a permis aux deux compagnies de devenir capables de vendre au Canada en chaudières à CLF.

Le coût du projet est actuellement évalué à $13,1 millions. Le contrat de construction a été accordé à Foster-Wheeler. Les chaudières doivent être prêtes pour la mise en service en décembre 1982.

Le CANMET participe aussi en tant qu'expert technique à un projet de mise en oeuvre du procédé en lit fluidisé dans une centrale thermique exploitée par la Nova Scotia Power Corporation. Le site le plus prometteur est la centrale de Point Tupper où une unité de 150 MW(e) pourrait remplacer une chaudière alimentée au pétrole. La centrale de Trenton est une autre possibilité. On a confié l'étude technique détaillée des sites possibles à un bureau d'ingénieurs qui préparera une liste complète des spécifications et qui effectuera une analyse de risque. Le financement du projet est inclus dans l'accord fédéral-provincial sur le remplacement du pétrole.

Dans un autre projet, le CANMET a invité, en mars 1980, les groupes intéressés à participer à un projet conjoint industrie-gouvernement visant à faire la démonstration d'une chaudière à CLF industrielle d'une capacité de vapeur d'environ 100 t/h, alimentée au charbon et de préférence avec un mélange contenant jusqu'à 50% de résidus de bois. Sur les sept réponses reçues, quatre répondaient aux exigences, combinant les capacités de conception et de fabrication au Canada ainsi que nommant un utilisateur canadien qui accepterait de défrayer une partie de l'investissement.

Un quatrième projet concernait la combustion possible en lit fluidisé des rejets d'une laverie de charbon, pour sécher le charbon propre produit par une mine de l'ouest du Canada. Une étude-pilote, menée en 1976, a démontré la faisabilité de ce projet. Le CANMET a co-financé une étude de conception à l'échelle industrielle et une analyse économique. Des essais additionnels, à l'échelle-pilote, effectués par une firme d'ingénieurs ont montré que le rendement de la combustion des rejets pouvait être élevé mais qu'un système complexe d'épuration des gaz était nécessaire. Le coût total est estimé à $20 millions mais l'on étudie actuellement d'autres conceptions possibles moins onéreuses.

Deux autres contrats sur la CLF sont aussi en cours. Une société finlandaise étudie la faisabilité de la combustion en un lit fluidisé à recirculation du coke à haute teneur en soufre provenant de l'usine Syncrude de traitement des sables bitumineux. Une compagnie canadienne supervise des essais d'utilisation avec du charbond'une chargeuse brevetée conçue au Canada pour alimenter un refroidisseur de vapeur sous pression avec des copeaux de bois dur. Le dispositif pourrait éventuellement être utilisé avec des fours à combustion en lit fluidisé sous pression et avec des appareils de gazéification du charbon.

Des expériences effectuées dans deux dispositifs à CLF à l'échelle-pilote (l'un au CANMET et l'autre à l'Université Queen) complètent les travaux à contrat décrits ci-dessus. La performance de combustibles particuliers, la capacité de neutralisation de certaines chaux, les aspects métallurgiques de l'érosion et de la corrosion, les effets de l'épaisseur du lit, de la vitesse de fluidisation et de la température du lit sur la combustion, la neutralisation du soufre et le transfert de chaleur sont tous des domaines dans lesquels la recherche à l'échelle-pilote peut apporter une contribution essentielle.

Depuis 1978, le CANMET s'est servi d'un four à combustion de 20 cm pour essayer divers charbons et d'autres combustibles solides. On a utilisé l'expérience acquise avec ce four pour concevoir

un dispositif de 0,38 m qui est maintenant presque complètement installé. Un appareil identique est en construction à l'Université Queen et servira principalement à l'étude de l'extraction du soufre par la chaux ou par la dolomite.

Transport des bouillies de charbon - Les frais de transport constituent un obstacle important au développement du charbon, principalement dans les régions isolées ou lorsque les distances à parcourir sont grandes. Ces deux conditions sont très courantes au Canada. A l'heure actuelle, on transporte le charbon par train, mais le transport par canalisation pourrait devenir une solution intéressante, lorsque l'équipement ferroviaire est inadéquat ou inexistant.

Cette année, le CANMET a effectué une étude comparative de la faisabilité économique et technique du transport en suspension dans le pétrole, le méthanol et l'eau. Des résultats préliminaires indiquent que, pour de longues distances, le pétrole est le meilleur véhicule. Pour une distance inférieure à 1 000 km, le méthanol offre certains avantages; c'est donc un candidat sérieux pour le transport des charbons de l'Ouest vers les ports du Pacifique.

Pendant plusieurs années, les chercheurs ont craint que le transport par canalisation modifie les propriétés du charbon. Ces craintes ont été justifiées par des essais de cokéfaction sur deux charbons métallurgiques avant et après transport dans des canalisations. On étudiera ultérieurement les raisons des modifications.

Le CANMET a accepté la responsabilité de la direction des travaux sur le transport dans l'eau des solides en gros grains et sur l'évaluation d'un appareil de mesure de la concentration, du Bureau d'information sur la technologie minière de l'Agence internationale de l'énergie. Le CANMET a ainsi préparé un rapport sur l'état de la recherche dans plusieurs pays. L'intérêt se porte principalement sur le transport du charbon grossier "dans l'eau" sur des distances de 80 à 500 km.

Matériaux destinés à la technologie des charbons - L'un des défis technique du développement de la production et de l'utilisation des charbons réside dans le choix ou dans la mise au point de matériaux capables de résister aux propriétés abrasives et corrosives des cendres de charbon. Le CANMET utilise sa compétence en métallurgie pour aider à relever ce défi.

Une étude des problèmes d'érosion et de corrosion dans des équipements de lavage traitant des fines de charbon a montré que la résistance à la corrosion était plus importante que la dureté du matériau.

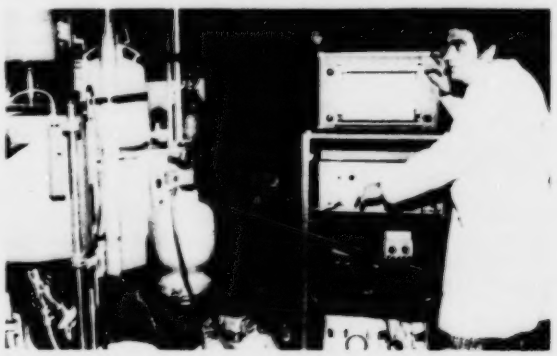
On a aussi demandé au CANMET de participer à l'étude d'un accident minier dans le but d'évaluer le tendance à produire des étincelles de matériaux utilisés dans les parties coupantes des engins d'extraction. On a trouvé que les lames en carbure de tungsten avaient tendance à produire beaucoup moins d'étincelles que les aciers durcis. Une étude de la documentation révèle que l'aiguisage régulier des lames et des vitesses de coupe peu élevées sont les facteurs les plus importants pour la suppression des risques d'étincelles.

Analyse des charbons - Le succès des programmes de recherche en matière de ressources énergétiques dépend de la fiabilité des données analytiques. Depuis de nombreuses années, le CANMET dispose, pour ses recherches sur les charbons, de laboratoires d'analyse bien équipés. Cependant, face à l'importance grandisante du charbon, il devient absolument nécessaire que les laboratoires canadiens disposent plus facilement d'une compétence analytique de haut niveau. C'est dans ce but que le CANMET a crée le Canadian Inter-laboratory Coal Analysis Exchange Program.

Trente-six laboratoires procédant actuellement à des analyses de charbons et de cokes participent maintenant au programme. Le personnel du CANMET prépare et distribue les échantillons. Les laboratoires procèdent alors à des analyses de routine (analyse quantitative approximative, soufre, valeur calorifique et indice de gonflement libre), suivant les normes de l'ASTM, et envoient les données au CANMET pour une analyse statistique. Pour trois échanges effectués en 1980, les analyses ont satisfait des normes élevées.

Technologie de l'énergie nucléaire

Depuis le tout début du programme nucléaire canadien, le CANMET participe à l'évaluation des ressources en combustible nucléaire disponibles dans le pays. Comme on l'a mentionné plus tôt dans la revue, la Direction se joint à d'autres directions du Ministère pour évaluer les ressources et les réserves. Les travaux effectués dans le cadre du Programme de recherches sur les minéraux, relatif à l'extraction de l'uranium et aux résidus, sont résumés. On fait aussi état des efforts entrepris pour améliorer le taux de récupération de l'uranium et des sous-produits à partir des minerais tout en protégeant l'environnement.



J. Bednar, technologue, utilise un appareil de laboratoire pour vérifier l'érosion et la corrosion de divers métaux et alliages employés dans les usines de lavage du charbon.

Extraction de l'uranium - Les travaux de recherche actuels du CANMET sur l'extraction de l'uranium concernent à la fois les techniques classiques et des techniques nouvelles de remplacement. Les techniques classiques comprennent la lixiviation du minerai à l'acide sulfurique suivie de la purification de la solution par échange d'ions ou par extraction au solvant. La recherche relative à cette technique actuellement en exploitation vise à maximaliser le taux de récupération de l'uranium à partir de minerais complexes ou de faible qualité, et la récupération de tous les sous-produits présentant une valeur comme le thorium et les terres rares, tout en réduisant au minimum les répercussions environnementales des résidus. En ce qui concerne ce dernier point, il est de première importance de pouvoir isoler les radionucléides comme le radium-226 et le thorium-230 si l'on veut pouvoir éliminer sans danger les résidus provenant des opérations de traitement de l'uranium.

Les chercheurs du CANMET ont entrepris ou terminé des études sur plusieurs aspects du procédé classique de lixiviation à l'acide sulfurique. Le projet concernait l'amélioration de la récupération de l'uranium et la réduction des frais associés au choix de l'agent oxydant pour la lixiviation de divers minerais. L'agent oxydant le plus courant est le chlorate de sodium. Cependant, ce produit est coûteux, souvent corrosif et pas toujours le plus efficace. Des essais effectués sur différents minerais avec d'autres agents oxydants ont montré que le chlorate de sodium n'était pas toujours le meilleur.

Au cours du traitement des solutions sulfuriques de lixiviation, les échangeurs d'ion sont contaminés par le tétrathionate et leur épuration, habituellement avec de l'hydroxyde de sodium, est une opération coûteuse pour les industriels. Une étude a montré que le carbonate de sodium et l'hydroxyde de calcium étaient aussi efficaces que l'hydroxyde de sodium pour des coûts respectifs d'environ 20% et 10% de ceux de l'hydroxyde de sodium.

Dans le cadre d'un projet coopératif avec Eldorado Nucléaire Ltée, on étudie la récupération d'uranium des eaux de mines de Beaverlodge (Saskatchewan) par la méthode d'échange d'ions en continu dans une colonne à lit fluidisé épais, à un seul étage, mise au point au CANMET. Au cours d'un essai en continu réalisé à l'échelle pilote, on a réduit la quantité d'uranium dans les eaux de mine de 9 à 0,5 g/g, ce qui permet d'améliorer à la fois la qualité de l'eau et la récupération de l'uranium.

Les chercheurs se sont aussi intéressés aux raisons de la formation dans les circuits d'extraction par solvant d'émulsions stables indésirables. Il semble que les effets combinés des solides dissous et en suspension et du cisaillement relativement important produit par le mélangeur contribuent à la formation d'émulsions stables, en particulier dans le circuit d'extraction. Dans le circuit de récupération, une mauvaise régulation de l'addition d'ammoniac, combinée à l'effet de cisaillement, est à l'origine de la formation des émulsions stables.

Dans beaucoup de circuits d'uranium, la précipitation et le séchage contribuent de façon substantielle aux frais d'exploitation. Un problème rencontré dans une usine canadienne, avec le précipité d'uranium, est la formation d'une émulsion stable due aux quantités excessives de silice présentes dans le précipité, lorsqu'il est dissous dans l'acide nitrique à la raffinerie. Le CANMET étudie des méthodes pour éliminer cette silice dans le circuit d'échange d'ions et de précipitation, à l'usine. Un procédé basé sur l'extraction au solvant de l'éluat de chlorure a permis d'éliminer la silice du circuit. Le procédé a été utilisé avec succès en continu et le produit obtenu répondait aux critères de pureté exigés par la raffinerie. On étudie actuellement une autre méthode basée sur la précipitation directe de l'éluat de chlorure par un peroxyde. On met au point une nouvelle technique de lixiviation dans un milieu de chlorure qui permettrait de solubiliser tous les radionucléides au cours du broyage et de réduire au minimum la quantité de sulfure dans les résidus. Ces nouveaux procédés visent aussi à améliorer le taux de récupération de sous-produits comme le thorium et les terres rares et le taux d'élimination de substances indésirables, comme l'arsenic, des minerais complexes d'uranium, assurant ainsi une élimination sans danger des résidus.

Dans cette recherche de nouvelles techniques destinées à remplacer la lixiviation à l'acide sulfurique, un certain nombre de solutions de remplacement sont à l'étude. La chloration continue à haute température dans un four vertical, alimenté avec un minerai d'Elliot Lake, a donné des taux élevés de récupération de l'uranium, du fer et du radium-226. En s'appuyant sur les résultats d'essais de laboratoire, on utilisera le four à l'échelle pilote avec des minerais complexes, de haute qualité, contenant de l'arsenic et du nickel.

La lixiviation à l'acide chlorhydrique de minerais d'Agnew Lake a produit des résidus ne contenant pour ainsi dire pas de radionucléides. La lixiviation, en présence de chlorure, de plusieurs minerais canadiens a donné des résultats variables.

Comme c'était le cas avec le charbon et d'autres ressources énergétiques, il est indispensable, pour le succès des programmes de recherches, de disposer de laboratoires d'analyse chimique bien équipés. L'une des tâches consiste à mettre au point des méthodes d'analyse permettant d'effectuer les mesures nécessaires relatives aux composants du minerai et au produit obtenu. Cette année, on a mise au point de nouvelles méthodes s'appliquant à divers composants comme l'isodécanol, le radium et le thorium. Le personnel du laboratoire met aussi au point des méthodes statistiques d'échantillonnage pour l'inventaire des substances nucléaires, en liaison avec un groupe de travail de l'Association canadienne de normalisation. Un système informatisé de gestion et d'évaluation des données destiné à l'étude des données sur l'exposition des mineurs aux produits de filiation du radon a été mis à la disposition de la Commission de contrôle de l'énergie atomique.

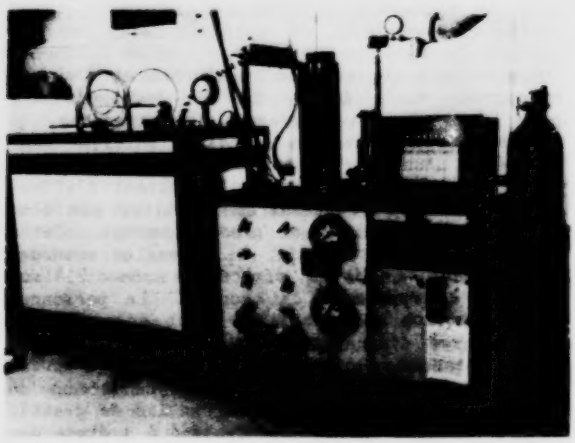
Élimination des déchets nucléaires - Le CANMET participe au programme canadien de gestion des déchets des cycles de combustibles en appliquant sa compétence en matière de propriétés des roches, de mécanique des roches et de techniques souterraines à l'aménagement des décharges. Des sites potentiels à Chalk River et Atikokan (Ontario) et Pinawa (Manitoba) sont à l'étude.

Le CANMET mesure les propriétés mécaniques et thermiques d'échantillons de roches dans le but de faciliter le choix d'un site et la conception de la décharge permanente. Les mesures thermiques comprennent l'élongation, la capacité de diffusion, la conductibilité et la stabilité thermomécanique. Les chercheurs étudient aussi les facteurs influant sur ces variables et ils mettent au point des méthodes expérimentales permettant de tenir compte des conditions variables.

Une étude menée en coopération avec le Lawrence Livermore Laboratory a été entreprise dans le but de mettre au point une méthode expérimentale pour étudier l'effet d'une contrainte triaxiale sur la diffusibilité thermique. On a utilisé le dispositif pour mesurer les variations de la déformation et de la résistance à Pinawa.

Les chercheurs du CANMET étudient aussi des propriétés mécaniques comme la composition, la texture, le degré de fracturation et la porosité. On a mesuré la porosité d'échantillons de granite de Pinawa avec un porosimètre à haute pression.

L'aménagement d'une décharge permanente signifie que la formation géologique sera percée d'un certain nombre de puits et de trous d'exploration et qu'elle sera traversée en profondeur par un réseau de routes et de galeries de décharge. Les travaux des chercheurs du CANMET visent à faire en sorte que des techniques existent pour rendre la décharge vraiment étanche et pour isoler complètement les déchets de l'environnement. On a étudié la cimentation des puits, comme technique de scellement, en portant une attention particulière à la stabilité à long terme du mortier liquide utilisé.



Instrument de mesure de la porosité des roches.

Matériaux pour usine d'eau lourde - Le CANMET a terminé un projet de quatre ans sur l'intégrité des réservoirs sous pression utilisés dans les usines d'eau lourde. Le motif de la recherche était la nécessité de pouvoir utiliser les tours d'eau lourde de l'usine de la Prade (Québec) à une pression représentant un tiers de la résistance à la rupture par traction (RRT) de la plaque d'acier plutôt qu'à une pression représentant un quart de la RRT comme on l'exige normalement. Le CANMET et la Commission de contrôle de l'énergie atomique désiraient savoir si le nouveau coke de conception était acceptable, eu égard aux conséquences possibles. Les expériences de laboratoire ont montré que des dommages liés à l'hydrogène peuvent se produire dans les conditions d'exploitation des tours mais qu'il est peu probable qu'un changement dans le coke conduise à une modification des aciers suffisante pour qu'il y ait danger.

Ressources renouvelables

Le bois et les résidus de bois sont des sources d'énergie de remplacement, disponibles en grande quantité au Canada. La combustion de ces produits ou leur conversion en d'autres formes de combustibles (liquides ou gaz) peuvent permettre d'augmenter la demande énergétique, domestique et industrielle, et de réduire la dépendance vis-à-vis des sources d'énergie non renouvelables traditionnelles. Le CANMET a utilisé son expérience en matière de combustion de produits solides pour étudier les aspects techniques de la combustion du bois.

Le bois devient de plus en plus populaire pour le chauffage des habitations. Parallèlement, on s'intéresse de plus en plus au problème des émissions des appareils domestiques de chauffage au bois. Les gaz incomplètement brûlés et les liquides condensés posent des problèmes environnementaux, an aval de la source, en plus de présenter un danger pour les occupants de l'habitation, sous la forme de monoxyde de carbone toxique provenant de la "créosote" combustible. Ces produits de combustion incomplète représentent aussi une perte d'énergie et la réduction des émissions peut contribuer à une utilisation plus efficace de l'énergie du bois.

Le CANMET a mis au point un procédé en continu pour vérifier les pertes de chaleur permettant de mesurer la performance des appareils de chauffage à combustible solide et il a effectué des travaux de R & D visant à déterminer les incidences de la conception sur la performance, des points de vue de l'efficacité et des émissions. Les essais ont montré que les émissions ont tendance à être plus faibles lorsque le taux d'alimentation est élevé et qu'elles sont aussi liées à la conception de l'appareil. Les dispositifs les plus efficaces, avec les émissions les plus faibles, étaient les appareils à tirage latéral bien conçus. Les cheminées autosupportantes avaient une très mauvaise performance.

En plus des essais de laboratoire, les poêles, les appareils de chauffage et les foyers à encastrer font l'objet d'essais dans des maisons de la région d'Ottawa. Les résultats ont montré qu'un poêle bien conçu à tirage latéral ou à déflecteur horizontal, pouvait constituer un complément efficace d'un système classique de chauffage central, et qu'il pouvait même être plus efficace que le système central.

En réponse à une requête industrielle, les chercheurs ont aussi essayé des bûches synthétiques pour cheminée. L'information était nécessaire pour l'homologation de ces bûches comme combustible de cheminée. Les bûches contiennent 90% de parafine et 7% de sciure de bois. L'étude a montré que l'on pouvait brûler des bûches synthétiques seules dans des cheminées ou dans des poêles non hermétiques sans risque de surchauffe ou de pollution excessive, si l'on compare avec la combustion de l'érable sec. La production de chaleur était de 25% inférieure à celle obtenue avec l'érable sec.

A l'échelle industrielle, le CANMET a effectué une série d'essais de combustion avec des copeaux broyés provenant d'une exploitation forestière, dans un four tunnel revêtu d'un matériau réfractaire de l'usine-pilote. Les essais ont montré que les copeuax peuvent être un bon produit de remplacement du pétrole dans un four de calcination à la chaux s'ils sont broyés suffisamment fins pour donner une flamme stable.

Le CANMET offre aussi un service d'expert-conseil pour d'autres projets subventionnés par le gouvernement, relatifs à la combustion de produits renouvelables et de déchets solides. Par exemple, les chercheurs du CANMET ont agi en tant que conseillers techniques dans un projet de chauffage de quartier à partir de résidus de bois ou de déchets domestiques conditionnés. Leur conseil portait sur le choix du combustible et sur la gestion du projet.

PROGRAMME DE RECHERCHE SUR LES MINÉRAUX

En 1980-81, le programme de recherche sur les minéraux du CANMET a contribué, dans le cadre du Programme des minéraux du Ministère, aux trois branches d'activités suivantes:

ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RESSOURCES MINÉRALES
- Sous-activité - évaluation technique

DÉVELOPPEMENT DE LA TECHNOLOGIE MINÉRALE
- Sous-activités - Exploitation minière
- Santé et sécurité
- Ressources minérales marginales
- Traitement des minerais
- Économies de minerais et de métaux
- Environnement
- Mise au point de matériaux
- Traitement des métaux
- Normes et spécifications

APPLICATION DE LA LOI CANADIENNE SUR LES EXPLOSIFS
- Sous-activité - Autorisation et essais

Le Ministère définit ainsi les objectifs des trois principales branches d'activités:

(a) Acquérir le capital de savoir technique relatif aux ressources minérales canadiennes qui est nécessaire à la mise en oeuvre des politiques et programmes relatifs à l'exploitation de ces ressources, et en encourager et faciliter la mise en oeuvre ordonnée.

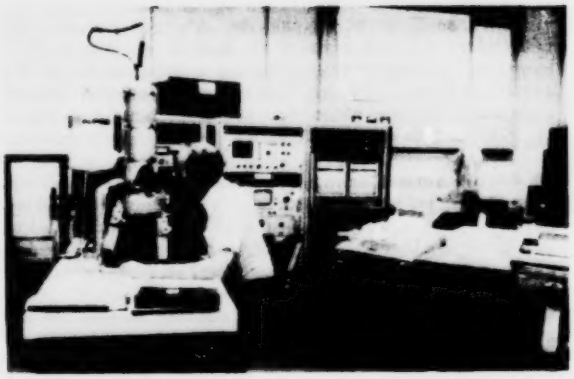
(b) Faire en sorte que le Canada dispose d'une compétence technique suffisante pour fournir, transformer et utiliser les substances minérales dont il a besoin.

(c) Appliquer la Loi canadienne sur les explosifs, dans l'intérêt de la sécurité publique.

ÉVALUATION QUANTITATIVE DES RESSOURCES MINÉRALES

Évaluation technique

Une solide base technique est essentielle à l'évaluation de l'exploitabilité des ressources minérales. Le CANMET établit cette base pour les sulfures complexes des métaux ordinaires, pour les minerais du groupe du platine et pour les métaux précieux comme l'or et l'argent.



D.R. Owens, technologue, examine des échantillons de minerais avec un analyseur à micro-sonde.

Minerais sulfurés complexes - La collecte de données techniques sur l'exploitation minière et le traitement des minerais sulfurés de zinc, de plomb, de cuivre et d'argent provenant des dépôts connus du Nouveau-Brunswick se poursuit. Les études minéralogiques du dépôt de Caribou sont terminées et leurs résultats vont faciliter la planification rationnelle de l'exploitation.

Les études sur le comportement des minerais pendant la flottation et le broyage comprenaient des mesures relatives à la répartition des éléments et des minéraux dans les produits provenant des concentrateurs de la Brunswick Mining and Smelting (BMS) et de la Heath Steele Mines Ltd. Le taux de récupération de grains de minéraux libres donnait une mesure de l'efficacité de la concentration. Pour évaluer les taux possibles de récupération des métaux à partir des minerais, on a déterminé les quantités et les tailles des grains de minéraux non libérés présents dans les résidus du concentrateur.

La sphalérite libre était principalement perdue dans les concentrés de plomb et de produits mixtes d'où l'on récupérait le zinc. La chalcopyrite libre était perdue dans les résidus et la galène dans tous les produits. Les résidus des deux concentrateurs contenaient une mixture à grains grossiers de chalcopyrite et de sphalérite qui pourrait être libérée et récupérée par un nouveau broyage. Les grains de galène sont tellement fins

qu'un nouveau broyage n'améliorerait pas la récupération de façon notable. On a estimé qu'avec un rendement optimum du broyage, les améliorations des taux de récupération dans les divers concentrés des minerais de la BMS seraient: 3 à 5% de zinc en plus, 5 à 10% de cuivre en plus et 1 à 3% de plomb en plus; les minerais de la Heath Steele conduiraient à des améliorations légèrement supérieures.

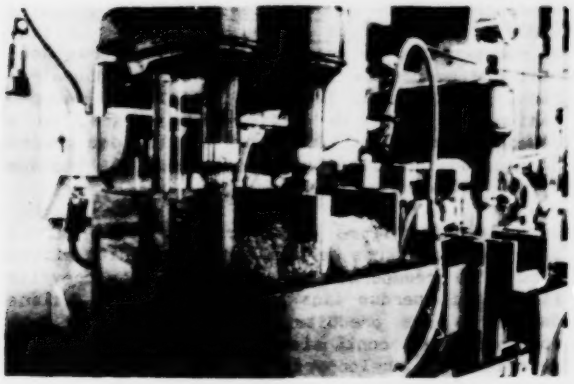
On a déterminé les minéraux contenant Ag, Sb, Bi, In, Hg et As et on a étudié les raisons de leur présence dans certains concentrés ou résidus. En ce qui concerne les minerais de la BMS, on a trouvé environ 65% en masse de l'argent dans une tétrahédrite, 35% a dans la galène et des traces dans la pyrargyrite. Pour les minerais de la Heath Steele, 35% en masse de l'argent était présent dans une tétrahédrite, 25% dans la galène et 39% dans divers sulfosels.

On évalue actuellement les libérations de minéraux dans différentes usines.

Un nouveau mineral, la stibivanite Sb_2VO_5), (un oxyde d'antimoine et de vanadium) a été découvert dans les dépôt d'antimoine de Lake George (Nouveau-Brunswick) de la Consolidated Durham Mines and Resources Ltd.

Les minéraux du groupe du platine et les métaux précieux - La recherche minéralogique relative aux éléments du groupe du platine a consisté en: des études d'échantillons de minéraux nouveaux, peu connus ou inhabituels; des études d'échantillons provenant d'usines de traitement, dans le but de découvrir les raisons d'un faible taux de récupération; la coordination et la préparation d'un livre intitulé "The platinum-group elements: mineralogy, geology, recovery" qui sera publié par l'Institut canadien des mines et de la métallurgie. Certains chapitres ont été préparés en collaboration avec les universités de Toronto, d'Ottawa, McMaster et Yale.

Bien que la production canadienne annuelle de concentrés de zinc contienne quelque 140 x 10^6 grammes d'argent, les fonderies de zinc, dont la plupart se trouvent à l'étranger, ne paient pratiquement rien pour ce métal. On a entrepris une étude de faisabilité du flottage sélectif d'un concentré plomb-argent à partir de ces concerntrés de zinc. Ce concentré de plomb et d'argent pourrait être vendu à une fonderie de plomb et, de plus, le concentré de zinc résultant serait de qualité supérieure et aurait donc une plus grande valeur marchande.



Étude de flottation à l'échelle pilote.

On a effectué des recherches sur les concentrés de zinc provenant des installations de Nanisivik et de Texasgulf traitant des minerais de plomb-zinc-argent. On n'a pas découvert de substance minérale distincte porteuse de l'argent, dans la concentré de Nanisivik, et l'on n'a donc pas tenté la séparation par flottation du plomb, du zinc et de l'argent. Apparemment, tout l'argent était présent en tant que constituant des cristaux de sphalérite. Cependant, il a été possible de séparer le concentré de zinc en fractions à haute et à moyenne teneurs en argent en le faisant passer dans un séparateur à haute intensité.

En ce qui concerne le concentré de Texasgulf, on a mis au point une technique de séparation sélective par flottation, mais le taux de récupération était trop faible pour que cette technique soit économiquement viable. On a attribué le faible taux de récupération de l'argent à la forte association de la plus grande partie de ce métal à la sphalérite.

La méthode optique de spectrographie d'émission utilisée pour la détermination des éléments-traces dans les minerais sulfurés et dans les produits du traitement, a été étendue au germanium.

DÉVELOPPEMENT DE LA TECHNOLOGIE MINÉRALE

Cette branche d'activités regroupe toutes les responsabilités du Ministère relatives à la réalisation, au financement et à la coordination de la recherche et du développement au Canada, ainsi que les responsabilités relatives à l'acquisition de la technologie étrangère et à son transfert à l'industrie. Le CANMET contribue largement à cette branche d'activités parce qu'il constitue, au sein du Ministère, le centre de recherche et de développement en matière d'exploitation minière, de traitement des minéraux, et en matière d'économie et d'utilisation des matériaux à base de substances minérales.

Développement de la technologie minière

L'objectif de cette sous-activité est de faire progresser les techniques nécessaires pour améliorer l'efficacité de l'exploitation des mines souterraines et à ciel ouvert autres que les mines de charbon. Cette activité vise aussi à promouvoir la mise au point d'une technique de forage au diamant.

Exploitation à ciel ouvert - Le manuel sur les pentes des mines à ciel ouvert du CANMET a été

terminé en 1978 et, à ce jour, on a vendu plus de 26 000 exemplaires de certains chapitres et suppléments. Un comité externe nous a fait part de la satisfaction des industriels vis-à-vis du manuel et a recommandé de poursuivre les recherches sur des sujets particuliers pour modifier et compléter certains chapitres. Sur demande, on a fourni des documents audio-visuels sur la conception des pentes. On a réécrit le programme informatisé de traitement de données géologiques du supplément 2-1 (Manuel de l'utilisateur de DISCODAT) et l'on a reçu un projet de mise à jour du chapitre sur la surveillance. Une mise à jour du chapitre sur le sautage est aussi en cours. Certains rapports ont dû être réimprimés à cause de la grande demande et de l'épuisement des stocks.

Exploitation souterraine - Le groupe de mécanique des roches d'Elliot Lake, mis sur pied en 1979 par le CANMET, la Rio Algom Ltd. et la Denison Mines Ltd., a poursuivi ses études sur la stabilité régionale. Des lignes directrices ont été établies pour l'aménagement des mines et pour la séquence d'extraction près des limites des concessions, pour que les activités d'une société ne nuisent pas à l'autre. On a aussi étudié un essai d'enlèvement des piliers à la mine Nordic et un projet de récupération de piliers aux mines Denison et Quirke.

Pour faciliter la conception des mines, on a procédé à une détermination de la tension du sol, pour le Bouclier canadien, identifiant les endroits où la tension est grande, dans les roches situées près de discontinuités géologiques et de variations de propriété des matériaux, dans plusieurs mines. On a reçu un système TV d'inspection des trous de sondage pour la collecte de données géologiques dans des trous de diamètre supérieur à 32 mm; on procède à des essais sur le terrain de ce dispositif. On a effectué des études visant à améliorer le taux de succès des déterminations de tension du sol et l'on a découvert un additif pour le ciment de jauge de déformation qui améliore la qualité de l'adhérence sous l'eau. Les essais de laboratoire avec des jauges à friction, pour obtenir la déformation élastique lors des déterminations de la tension du sol, sont encourageants.

Un contrat à frais partagés avec la Falconbridge Nickel Mines Ltd., pour la conception d'un essai d'exploitation non sélective à des profondeurs allant de 1200 à 1700 mètres, à la mine Onaping, a été terminé. On a évalué plusieurs méthodes d'extraction et on a conclu que l'abattage en gradins longitudinaux, par trous de mine, était possible dans la mesure où l'on pouvait résoudre certains problèmes. Ces problèmes comprennent la conception d'un support approprié pour un toit incliné relativement faible et des schémas de forage et de dynamitage pour un filon incliné à 45° assurant un écoulement libre du minerai abattu. Ces techniques feront l'objet d'essais dans un chantier expérimental.

La recherche sur la stabilité régionale a été retardée à la suite d'un effondrement fatal à la mine Denison, en juin 1980. Un projet conjoint de recherche a été mis sur pied par Denison et Rio Algom Ltd. pour déterminer le système de surveillance qui permettrait d'avertir à temps de l'imminence d'un effondrement de toit. Des chantiers d'abattage expérimentaux seront étudiés à l'aide d'appareils enregistreurs d'affaissement du toit, d'extensiomètres de trous de forage, de cellules mesurant la charge de boulons de toit, d'appareils mesurant la perméabilité de la roche et d'appareils micro-séismiques. Après cela, on provoquera des défaillances du toit, dans des conditions contrôlées, en faisant sauter les têtes des boulons d'ancrage existants. Le premier essai était prévu pour le printemps de 1981.

Un contrat a été accordé pour l'étude de l'utilisation possible du radar pour la détection des conditions dangereuses du toit dans les mines souterraines. Des essais sur le terrain sont prévus en coopération avec Elliot Lake Mines.

Recherche sur le forage au diamant - Suite à des présentations de la Canadian Diamond Drilling Association faisant état du bas niveau d'innovations techniques dans le domaine des outils de forage au diamant, le gouvernement fédéral a alloué une somme annuelle d'environ $50 000 pour le développement de ces techniques. À l'heure actuelle, quatre appareils sont à divers stades de mise au point: un chauffe-eau, un instrument de diagraphie, un chariot mobile de perforation et une perforatrice au diamant silencieuse.

On a procédé à des essais sur le terrain d'un réchauffeur de conduite d'eau sur un site expérimental près de North Bay (Ontario). Ces essais ont montré que le dispositif pouvait fournir la chaleur nécessaire aux opérations de forage au diamant, pendant les hivers canadiens. Il faudra cependant effectuer quelques modifications pour rendre le dispositif vraiment opérationnel. Les travaux se sont poursuivis pour l'étalonnage de l'instrument de diagraphie, dans les laboratoires du CANMET. Le dispositif de mesure de la rotation ne fonctionnait toujours pas de façon satisfaisante et de ce fait les essais prévus sur le terrain n'ont pas eu lieu. Le travail contractuel sur la mise au point d'enceintes permettant de supprimer le bruit des instruments de forage au diamant, se poursuit.

Santé et sécurité dans les mines

Des normes sévères sur le milieu de travail et sur les effluents liquides et gazeux des exploitations minières et métallurgiques ont imposé de sérieuses contraintes à l'industrie. Étant donné que les fonds de recherche consacrés à la résolution de ces problèmes environnementaux sont rarement rentables pour l'investisseur, les industries tendent à réduire autant que possible leurs dépenses dans ce domaine et à mettre au point des remèdes à court terme pour atténuer les problèmes. La mise au point d'une technologie à long terme pour résoudre les problèmes relatifs à l'environnement, à la santé et à la sécurité dépend donc d'initiatives gouvernementales. Le CANMET, en

collaboration avec d'autres organismes fédéraux et provinciaux, contribue activement à la mise au point de cette technologie.

L'environnement au fond des mines - L'objectif de ces travaux est de mettre au point des méthodes permettant de réduire les niveaux de poussière, de rayonnement, de fumées nocives et de bruit dans les mines souterraines, de telle sorte que les niveaux moyens d'exposition des travailleurs restent bien en-deça des normes fixées.

La compressibilité de l'air dans les réseaux de ventilation des mines profondes implique que l'on modifie les programmes informatisés relatifs aux systèmes classiques de ventilation, de façon à tenir compte de ce phénomène. La mise au point d'un programme fait l'objet d'un contrat. Ce programme sera amélioré par l'addition de sous-programmes graphiques permettant une représentation visuelle des circuits d'écoulement d'air.

Les recherches se poursuivent sur la détermination quantitative des poussières de quartz dans l'atmosphère des mines par analyse, par spectroscopie infrarouge, des dépôts de poussière sur des membranes.

Une étude d'un an, parrainée par l'université Memorial, sur les problèmes de poussière, l'hygiène professionnelle, la protection du milieu, et les problèmes médicaux dans les mines de fer de l'ouest du Labrador a été entreprise. Des membres du personnel du CANMET analysent les échantillons de poussière transportée dans l'air, recherchant le quartz et d'autres substances minérales, et ils participent en tant que conseillers au programme d'échantillonnage à des fins d'hygiène professionnelle. Une tête d'échantillonnage destinée à la mesure des niveaux d'amiante a été essayée et semble fonctionner de façon satisfaisante; cependant, on ne peut poursuivre les essais en raison de difficultés rencontrées pour la production d'un nuage connu de poussière d'amiante.

Un système de surveillance continue du radon et des conditions météorologiques, mise au point par LDA Instruments devait devenir opérationnel en juin 1981. Une installation d'étalonnage radon-thoron a été construite. Rio Algom a entrepris une évaluation technique de plusieurs x-dosimètres individuels, incluant le USBM, l'alpha-NUCLEAR, le H & H, le Track Etch et le TLD/CAMPED. Une série complète de mesures de débit, en laboratoire et dans la mine, a été entreprise pour évaluer la sûreté du x-dosimètre individuel Track Etch de la CEA. Un compteur automatique d'étincelles a été conçu et fabriqué pour le comptage des traces sur les films. On peut compter jusqu'à 5 000 traces en moins d'une seconde. Le prototype doit être utilisé pour la fabrication sous contrat d'un instrument commercial.

Le x-spectromètre Canalph-3, portatif, a été fabriqué par Pylon Instruments au cours de l'année et devrait bientôt être disponible sur le marché.

On a terminé le travail théorique comprenant la préparation de programmes informatisés pour la prévision des niveaux de radon et de thoron et de leurs produits de désintégration. Les calculs ont été effectués pour plusieurs types de mine et on a tenu compte des facteurs suivants: mécanisme de diffusion et de transport du radon et du thoron dans les parois de la mine, fixation des produits de désintégration aux parois et écoulement de l'air dans le système de ventilation. On a aussi comparé les valeurs théoriques et expérimentales. On a mesuré l'exposition au bruit de 500 employés des mines Denison, dans les mines souterraines et en surface.

On a terminé un contrat relatif à l'étude des vibrations produites par l'équipement d'extraction et des effets de ces vibrations sur les travailleurs. Une norme a été proposée pour le combustible diesel utilisé dans les mines souterraines; cette norme contient des dispositions spéciales visant à réduire les dangers que présentent pour la santé des travailleurs les combustibles normalement utilisés dans les transports en surface, dangers associés à la détérioration de la qualité du combustible. On a étudié les émissions d'un camion équipé d'un turbo-compresseur et d'un épurateur à eau de type venturi. La toxicité des gaz d'échappement du moteur seul était réduite de 38% par l'addition de dispositifs conçus pour limiter les émissions. Au cours de 1980-1981, on a conçu et construit sous contrat six prototypes de filtres. Les essais préliminaires, dans les mines souterraines, doivent avoir lieu en 1981-82. On a obtenu des résultats de surveillance de la suie provenant des moteurs diesel en même temps que des données par des méthodes gravimétriques avec un moteur à six cylindres, refroidi à l'eau, en utilisant un compteur de fumée mis au point au Laboratoire canadien des atmosphères explosives (LCAE) du CANMET. Cette méthode rapide d'évaluation de la quantité de suie conduira peut-être à l'abandon de la longue méthode gravimétrique. Un refroidisseur compact de gaz d'échappement de 250 mm de diamètre par 50 mm de longueur, conçu pour refroidir les gaz d'échappement à moins de 290°C, à la charge maximale, a été conçu et construit sous contrat. Ces refroidisseurs doivent permettre de réduire la capacité de l'épurateur à eau ou d'allonger la vie utile des épurateurs existants, tout en libérant moins d'humidité dans l'atmosphère, réduisant ainsi la formation de brouillard.

On a effectué des travaux à contrat relatifs aux effets sur la santé dans quatre domaines:

- On a examiné des données provenant des États-Unis en prêtant une attention particulière à celles qui suggèrent des modifications dans la forme du Health Effects Index, qui fournit une évaluation de la toxicité des émissions de diesel à composants multiples. Les résultats de cette étude n'ont pas suggéré de changement dans l'index, mais ils ont montré que les composés azotés pouvaient avoir plus d'effets que la suie sur l'activité AMES, donc sur la santé.

- La mise au point de la technique d'essais biologiques AMES a été terminée et appliquée à la

détermination de l'activité AMES d'échantillons de gaz d'échappement purifié par voie catalytique. Le travail se poursuivra en 1982-83.

- On a déterminé les niveaux d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (APC) dans certaines mines de l'Ontario où l'on utilise des engins diesels et l'on a comparé avec des mesures effectuées dans quatre centres urbains. Les niveaux dans les mines étaient en moyenne 2,9 fois plus élevés que les plus hauts niveaux observés dans les centres urbains.

- L'échantillonnage des APC dans l'atmosphère minière a continué d'élargir la base de données de l'année précédente. Ces données concernent des échantillons d'émissions de diesel produites avec et sans purificateur catalytique.

Technologie des ressources minérales marginales

Broyage et amélioration des minerais sulfurés complexes - L'objectif est d'évaluer les possibilités d'application des techniques de broyage-amélioration mises au point avec des minerais de la Brunswick Mining and Smelting Corp. Ltd (BMS) à des minerais sulfurés complexes similaires, mais de qualité inférieure et à plus forte teneur en cuivre. On veut aussi évaluer les avantages techniques et économiques de la production de concentrés sélectifs et mixtes, tout en maintenant un taux de récupération globale d'au moins 90%.

On a obtenu des résultats satisfaisants pour cinq études de flottation en utilisant l'appareil de mise au point des procédés en continu (AMPPC) avec des minerais sulfurés complexes, à grain fin, pour différents taux d'alimentation.

Dans le but d'atteindre un meilleur rendement, pour un rapport superficie-volume élevé, on a conçu, fabriqué et essayé un nouveau type de cellule de flottation plus propre. Les premiers résultats ont été encourageants.

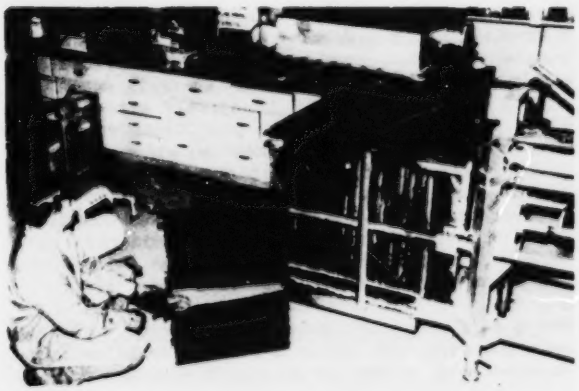
On a procédé à des essais en continu et par lots avec des minerais de la Heath Steele, en utilisant la technique de flottation non sélective mise au point pour les minerais de la BMS. Il s'agissait de minerais de moindre qualité, contenant seulement la moitié des quantités de zinc et de plomb, mais plus de cuivre. Les résultats étaient équivalents à ceux obtenus avec le minerai de la BMS. On évalue actuellement les résultats de certains essais de flottation sélective au cours desquels on produit des concentrés de plomb, de cuivre et de zinc.

Alumine provenant de sources autres que la bauxite - On a pratiquement complété les études à l'échelle du laboratoire relatives à l'efficacité énergétique, à l'acceptabilité environnementale et à la viabilité technique et économique de procédés de récupération de l'alumine de résidus houillers de Hat Creek (Colombie-Britannique) et de certaines anorthosites.

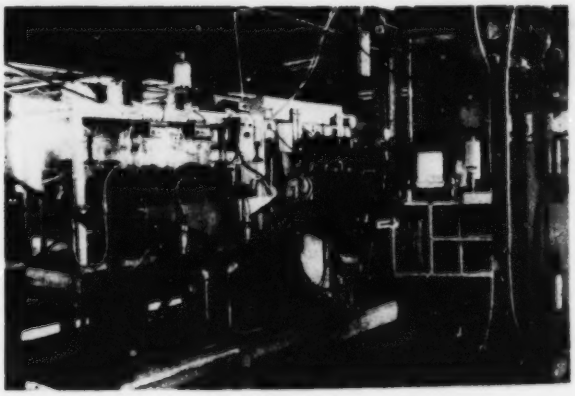
A cause de la difficulté rencontrée dans la production d'alumine pure à partir des cendres de charbon résultant de la combustion en lit fluidisé, par le procédé d'injection de gaz chlorhydrique, le CANMET a mis au point un nouveau procédé de lixiviation à l'acide chlorhydrique et de purification caustique. On a établi un mode de récupération de l'alumine dont la qualité répond à toutes les spécifications.

On a mis au point un procédé modifié de frittage à la chaux permettant d'améliorer des anorthosites contenant différentes quantités d'oxyde alcalin, par addition de carbonate de sodium, et d'augmenter ainsi la récupération d'alumine jusqu'à 27%.

Dans ce procédé de frittage à la chaux, on a trouvé que la quantité de carbone avait peu d'importance, mais que le rapport molaire Na_2O/Al_2O_3 était l'un des principaux paramètres. Les essais ont aussi confirmé que la concentration de magnésie était aussi un paramètre à considérer dans ce procédé.



J. Vallières examine le filtre destiné à éliminer la suie des gaz d'échappement d'un moteur diesel.



Circuit de flottation de l'AMPPC.

On a effectué une étude détaillée, à l'échelle du laboratoire, du procédé modifié de frittage à la chaux, au complet, avec une anorthosite et avec des déchets houillers. On a obtenu une alumine calcinée dont la qualité était proche de celle requise pour la réduction électrolytique.

Le CANMET établit actuellement une liste des sources canadiennes potentielles d'alumine. On a préparé des prévisions des investissements et des frais d'exploitation pour la production d'alumine à partir des déchets houillers de Hat Creek par le procédé de frittage à la chaux et au carbonate de sodium. Les frais d'exploitation sont évalués à $242 par tonne d'alumine, comparés à $211 pour le procédé Bayer.

Extraction et raffinage des minerais sulfurés complexes - L'exploitation de nombreux dépôts importants de zinc, de plomb et d'argent du Nouveau-Brunswick deviendra économiquement rentable seulement si l'on produit des concentrés mixtes qui ne se prêtent pas aux procédés classiques d'extraction et de raffinage. Le CANMET évalue trois procédés conduisant à des matériaux raffinés de haute qualité. Le premier est un procédé d'extraction au chlorure étudié dans les laboratoires du CANMET. Les deux autres sont des procédés au sulfate étudiés principalement par Sherritt Gordon Mines et par le New Brunswick Research and Productivity Council (RPC) grâce à des contrats du ministère de l'Expansion économique régionale, accordés dans le cadre de l'accord fédéral/provincial sur le développement général, les spécialistes de CANMET étant l'autorité scientifique.

Grillage sulfatant et lixiviation (GSL) - Un consortium gouvernement-industrie a été formé pour orienter le développement futur du procédé. On a préparé des évaluations économiques au moyen du système CANMET pour comparer les coûts et avantages des procédés GSL et ASP (procédés à l'acide sulfurique sous pression). Des essais de séparation magnétique à haute intensité, avec les résidus du procédé GSL, ont produit un concentré de plomb et d'argent contenant 31,5% de Pb et 600 ug/g d'Ag avec des taux de récupération de 81% et 77%; on a recommandé de poursuivre les travaux.

Procédé de lixiviation à l'acide sulfurique sous pression (ASP) - Sherritt Gordon met au point et évalue un procédé ASP modifié, destiné à faciliter la récupération du plomb et de l'argent de concentrés de haute qualité. Des évaluations de quantité de substances et de bilans thermiques ont été obtenues pour les différentes étapes du procédé: lixiviation, séparation solide-liquide, élimination du fer et du soufre et étapes énergivores. Il a été recommandé d'appliquer de nouvelles techniques pour que les essais futurs fournissent des données plus précises.

Extraction au chlorure-lixiviation au chlorure ferrique (LCF) - Pour déterminer dans quelle mesure les ions nitrate influent sur la vitesse de lixiviation, on a procédé à des essais avec du sulfate et avec du chlorure, dans des conditions de lixiviation par percolation et dans un récipient. Avec le sulfate ferrique, on n'a observé aucun effet catalytique important; avec le chlorure, la vitesse augmentait avec la concentration. Les premiers résultats semblent suggérer que la lixiviation est accélérée à cause de la formation d'eau régale et qu'il n'y a pas vraiment catalyse par le nitrate. De nouvelles expériences sur la lixiviation de la chalcopyrite en présence d'ions ferriques ont été entreprises afin de résoudre les problèmes relatifs à certains paramètres de lixiviation qui demeurent.

On a commencé d'étudier les facteurs influant sur la formation de jarosites alcalines. Le pH est le facteur le plus important, influant soit sur le taux de production de jarosite soit sur ses propriétés de décantation. Les travaux relatifs à l'incorporation d'impuretés et aux facteurs influant sur la précipitation de jarosite d'argent se poursuivent. Dans les minerais sulfurés, le sélénium est souvent associé au soufre et son comportement pendant la précipitation de jarosite a fait l'objet d'une étude.

En février 1980, un nouveau procédé (mise au point au CANMET) d'extraction électrolytique du zinc à partir d'une solution aqueuse de chlorure a fait l'objet d'une demande de brevet au Canada. On considère que ce procédé, qui permet d'obtenir en 24 h des dépôts de zinc lisses, compacts et sans dendrites, offre un potentiel industriel à long terme pour la récupération du zinc des minerais sulfurés complexes de basse qualité. Divers agents organiques permettant de produire des dépôts lisses avec ce système ont été évalués et les effets de différentes impuretés sur le dépôt ont été déterminés.

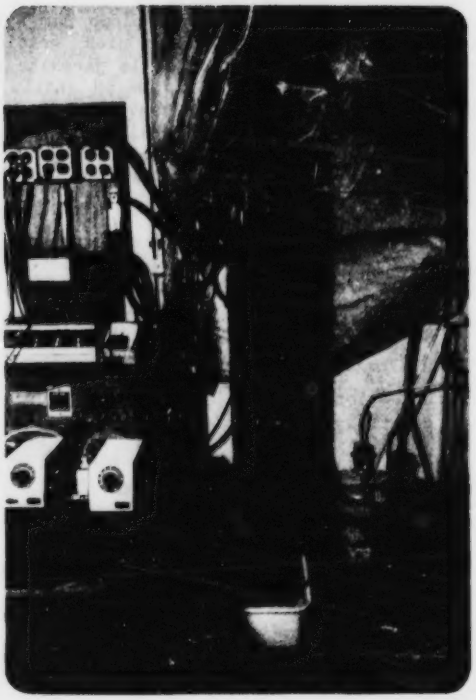
A l'heure actuelle, un travail mené conjointement avec Cominco, sur l'extraction électrolytique du zinc à partir d'une solution acide de sulfate, se concentre sur l'effet du cobalt.

On a établi les conditions d'obtention de dépôts de cuivre lisses et compacts par extraction électrolytique d'une solution acide de sulfate provenant de l'extraction au solvant de cuivre de solutions synthétique de lixiviation au chlorure.

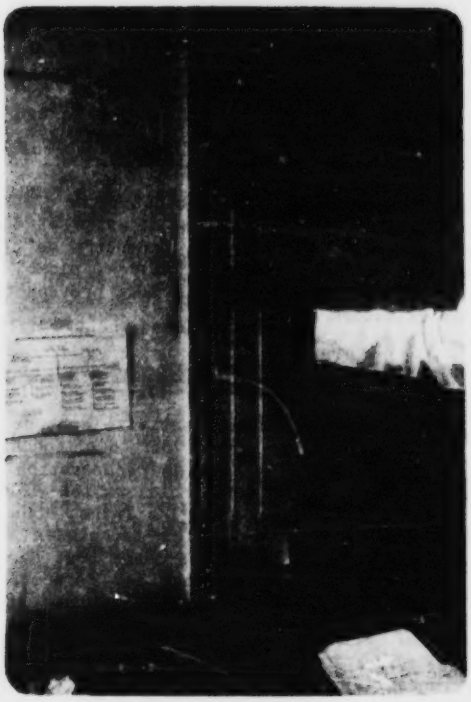
Nous établirons une corrélation entre les résultats d'une étude visant à déterminer les paramètres électrochimiques de dissolution de la chalcopyrite et ceux obtenus lors de la lixiviation chimique de cette substance minérale dans un milieu d'ions ferriques. L'objectif est de modéliser le procédé d'oxydation pour tenir compte du comportement électrochimique des ces minéraux sulfurés dans diverses conditions.

Une méthode de détermination de petites quantités de chlorure et de fluorure dans des minerais sulfurés, impliquant la séparation des halogénures par pyrohydrolyse, a été modifiée.

Procédé de chloruration/oxydation par voie sèche - On a poursuivi les recherches à l'échelle du laboratoire et à l'échelle mini-mini pilote visant à optimiser les conditions opérationnelles de chloruration de concentrés du Nouveau-Brunswick, à 500-700°C, avec le procédé d'injection de chlore par lance immergée. Les résultats, au point de



Dispositif de laboratoire pour l'extraction électrolytique du zinc à partir de solutions de chlorure.



Cathode de laboratoire portant un dépôt de zinc extrait électrolytiquement d'une solution de chlorure.

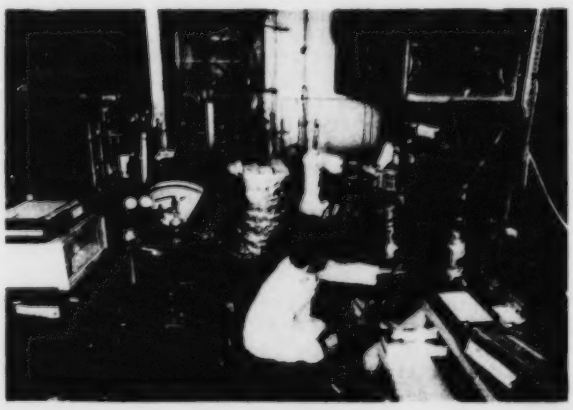
vue chimique, étaient encourageants et l'on a conçu un réacteur théorique intégrant les étapes de chloruration et d'élimination du fer (déferrisation) dans un seul réacteur fonctionnant en continu. Les bilans thermiques et massiques ont montré que la chloruration du sulfure est autogène et que le réacteur ne nécessite pas d'apport de chaleur.

L'Ontario Research Foundation, à qui l'on avait accordé le contrat, a terminé la première étape de la mise au point et des essais du brûleur sulfure/chlorure. En moins de 0,5 s, la conversion des sulfures en chlorures est normalement supérieure à 70%, et elle peut quelquefois atteindre 98%.

On a dû mettre un terme à des travaux plus poussés sur la chloruration à basse température en raison de difficultés rencontrées dans l'élimination du soufre élémentaire à 300°C.

Un procédé d'élimination du fer du calciné chloruré par une deuxième chloruration, avec production de $FeCl_3$, s'est révélé viable avec des produits de fusion ne contenant pas de NaCl et pourra éventuellement remplacer l'oxydation. On a enregistré des concentrations en fer ne dépassant pas 0,8%.

Une étude détaillée de la cinétique de la chloruration de la galène a été effectuée avec une méthode thermogravimétrique. Les résultats indiquent que, en raison de la nature hautement exothermique de la réaction, les paramètres comme la taille des particules, la conception du récipient et le transfert de chaleur jouent un rôle très important.



G. Carter, technologue, ajuste la température d'un réacteur de chloruration par voie sèche.

On a trouvé que le chlorure de plomb favorisait l'oxydation complète du chlorure ferreux anhydre, à une température plus basse, avec formation de chlorure ferrique et d'oxychlorure de fer. Ce dernier se décomposait aux alentours de 420°C en chlorure et en oxyde. Rien n'indiquait la formation de composés entre les chlorures.

On a essayé un nouveau spectrophotomètre d'absorption atomique, de plus grande capacité et équipé d'un correcteur de fond, qui permettra de déterminer les teneurs en argent, cuivre, plomb, zinc et fer d'échantillons de matériaux provenant des essais de chloruration.

Technologie du traitement des minéraux

Les objectifs de cette sous-activité sont de mettre au point et de promouvoir des techniques visant à améliorer les taux de récupération et à enrichir les produits commercialisables extraits de gisements canadiens. Pour ce faire, nous élaborons et nous améliorons les techniques et le matériel de traitement en cherchant tout particulièrement à réduire au minimum les répercussions sur la santé et la sécurité publiques et sur l'environnement.

Procédé d'extraction du plomb par hydrométallurgie - Le but est de fournir un contexte théorique et des données expérimentales pour la mise au point d'un procédé hydrométallurgique basé sur la lixiviation au chlorure et sur l'électrolyse du sel fondu, pour la récupération du plomb, de l'argent et d'autres substances de valeur présentes dans la plupart des concentrés canadiens de sulfure de plomb et dans les résidus des procédés d'extraction et de raffinage mis au point pour les concentrés mixtes complexes de zinc-plomb-cuivre.

Il est peu probable que le procédé classique de fusion du plomb satisfasse aux normes d'hygiène relatives au plomb et, par ailleurs, ce procédé ne permet pas un traitement facile des résidus. Les procédés au chlorure donneraient du $PbCl_2$ qui pourrait être traité par électrolyse du sel fondu ou d'une solution aqueuse de $PbCl_2$, ce qui permettrait de récupérer le plomb et de régénérer le chlore. Les procédés au sulfate donnent du $PbSO_4$ qui pourrait être facilement transformé en $PbCl_2$ par lixiviation à la saumure. Il serait donc intéressant de mettre au point et d'évaluer les techniques de lixiviation, de purification et d'électrolyse permettant de récupérer le plomb du $PbCl_2$ produit par ces diverses sources. La motivation première est le problème de l'hygiène, bien que la possibilité de traiter des résidus de plomb provenant de divers processus d'extraction consititue un avantage évident.

On a entrepris des études sur la lixiviation de la tétrahédrite en présence d'ions ferriques, pour améliorer les taux de récupération de l'argent lors de la lixiviation au chlorure ferrique des concentrés de plomb. Les vitesses de lixiviation avec des tétrahédrites naturelles et synthétique étaient très faibles, la tétrahédrite étant au moins aussi réfractaire que la chalcopyrite.

Dans le procédé d'extraction du plomb par hydrométallurgie, les facteurs les plus critiques influant sur la précipitation de la jarosite sont la concentration des sulfates, le pH initial et la concentration en HCL. Des travaux préliminaires ont montré qu'il était possible de réduire dans une large mesure les pertes d'argent et de cuivre dans la jarosite en formant de puissants complexes chlorés de ces métaux.

Des expériences de solubilité, à des températures allant de 22 à 100°C, dans des milieux de $FeCl_3$-HCL et $FeCl_2$-HCL ont montré qu'à concentration d'acide constante, la solubilité de AgCl augmentait avec la température et avec la concentration en $FeCl_3$. À concentration en $FeCl_3$ constante, la solubilité de AgCl augmentait avec la concentration de HCL. D'autres chlorures comme $FeCl_2$ et $CuCl_2$ amélioraient la solubilité de AgCl alors que l'addition de NaCl à la solution de lixiviation augmentait grandement la solubilité dans le milieu $FeCl_3$-HCL.

La solubilité de $CaSO_4$ dans la solution de lixiviation de $FeCl_3$ augmentait avec la température entre 0 et 80°C mais tombait rapidement entre 80 et 100°C.

En introduisant les données relatives à la solubilité de $PbCl_2$ dans des équations à paramètres multiples, on a obtenu des équations donnant la solubilité en fonction de la température. On a effectué des calculs de solubilité de $PbCl_2$ dans des systèmes ternaires et on a évalué les équations de solubilité pour le système général MCL-$PbCl_2$-H_2O. On a procédé à des essais préliminaires pour évaluer les solubilités de $PbCl_2$ dans les systèmes $FeCl_3$-HCL-H_2O ou $FeCl_2$-HCL-H_2O.

Des études sur la purification de solutions de $PbCl_2$ par cimentation du cuivre et de l'argent sur la poussière de plomb ont montré que la vitesse d'agitation n'était pas un paramètre important et que la température avait peu d'effets. Des solutions finales contenant aussi peu que 0,1 mg/L de Ag ont été obtenues par cimentation sélective d'argent sur le cuivre.

On examine actuellement la possibilité d'étudier la distribution des impuretés pendant l'extraction électrolytique de Pb à partir de sel fondu contenant 0,6 M $PbCl_2$/0,2 M KCL/0,2 M NaCl dans diverses conditions. Une étude de l'extraction électrolytique du plomb à partir de solutions aqueuses de chlorure, procédé qui constitue un autre moyen d'obtenir le Pb métallique à partie de $PbCl_2$, est en cours dans le cadre d'un contrat de recherches accordé par EMR à l'Université d'Ottawa.

Isolants minéraux - En raison de la nécessité d'économiser l'énergie et de réduire les frais de chauffage, le CANMET s'intéresse à la mise au point de techniques électriques de fusion pour la production d'isolants thermiques à partir de minéraux, seuls ou en mélange, d'origine canadienne.

Des matériaux locaux comme des scories quartzeuses

de hauts fourneaux et des mélanges résidus d'amiante-sable et basalte-calcaire, ont été fondus avec succès dans le four électrique du CANMET, et ont permis d'obtenir des fibres de laine minérale. Dans ce procédé de fabrication de laine minérale, la viscosité et la conductibilité électrique du produit de fusion constituent deux des plus importants facteurs. On a mis au point un procédé de mesure de diamètre des fibres par analyse d'image.

Traitement du minerai de fer - Même si le Canada est bien nanti en minerai de fer, il reste nécessaire d'accroître l'efficacité de la production, de réduire l'apport énergétique et d'améliorer la qualité et le taux de récupération des produits si l'on veut que l'industrie canadienne reste compétitive. En raison des coûts élevés de la main-d'oeuvre et de l'énergie, il est devenu plus avantageux d'alimenter les hauts fourneaux avec des minerais frittés plutôt qu'avec des boulettes.

On a étudié l'intégrité des boulettes de minerai de fer produites par l'Iron Ore Company of Canada. En ce qui concerne la résistance des boulettes, l'agglomération au moyen de scories ne semble pas être un facteur déterminant. Les résistances des boulettes frittées sont très variables et l'on n'a trouvé aucune corrélation avec des paramètres physiques, si ce n'est avec la masse volumique, ce qui indique que la masse volumique des boulettes non frittées et le temps et la température de frittage sont probablement les facteurs déterminants.

Des études relatives à la détermination des conditions optimales de frittage sont en cours; on a trouvé que la résistance varie avec la température et avec la vitesse de frittage, ce qui prouve le manque d'uniformité de la température du lit de la machine industrielle de frittage. Un chauffage ou un refroidissement trop rapides diminuent aussi la résistance des boulettes. On étudie les changements microstructuraux survenant pendant le frittage par des méthodes de microscopie optique et de microscopie électronique à balayage.

Conjointement avec le Service de protection de l'environnement, on a entreprise une étude portant sur les aspects suivants des suspensions colloidales de fer dans les effluents aqueux: potentiel zéta, mobilité électrophorétique, caractérisation des particules et granulométrie.

Sidérurgie - Un procédé de préparation du fer en cours de mise au point au CANMET remplacera peut-être la fusion en haut-fourneau qui nécessite la préparation coûteuse de coke à partir de charbon de première qualité. Il s'agit d'un procédé de réduction directe utilisant un charbon qui n'est pas nécessairement de bonne qualité; on obtient directement du fer liquide, sans avoir à utiliser du coke. Le minerai de fer et le charbon sont mélangés pour former des briquettes qui, lorsqu'on les fait réagir à haute température dans une masse de scorie moussante, produit du fer liquide. Les gaz qui se dégagenet lors de l'oxydation des briquettes (monoxyde de carbone et hydrogène) fournissent l'énergie thermique nécessaire pour les fours de réduction. On a terminé les études théoriques et celles à l'échelle du laboratoire et l'on a mis au point des méthodes opérationnelles pour le briquettage et le durcissement des briquettes minerai-charbon. On a commencé les essais dans l'usine-pilote en février 1981, utilisant un haut fourneau classique à oxygène d'une capacité de 100 kg.

Le CANMET étudie les moyens de réduire la consommation de coke dans les hauts fourneaux en régularisant la qualité de l'alimentation en minerai de fer. Les derniers travaux se sont concentrés sur la détermination du degré de précision requis pour les essais de gonflement libre et de désintégration à basse température.

Procédé hydrométallurgique pour le cuivre et le nickel - Ce projet vise à mettre au point et à essayer à l'échelle du laboratoire, avant 1984, une technique hydrométallurgique de traitement de minerais sulfurés de cuivre et de nickel permettant de récupérer 95% des métaux non ferreux, dont les métaux précieux, et de produire du soufre élémentaire et du fer. Ce projet a comme origine les problèmes environnementaux que posent les pluies acides et qui, de toute évidence, donneront lieu à des réglementations plus strictes en matière d'émission de SO_2. Il est possible de réduire les émissions en convertissant le SO_2 en acide sulfurique; cependant, étant donné les contraintes associées à la commercialisation et au stockage de ce produit, il est souhaitable de trouver des solutions de remplacement à long terme pour l'élimination des émissions de SO_2.

La niccolite est une impureté contenant de l'arsenic que l'on retrouve couramment dans de nombreux minerais de cuivre et de nickel et qui est susceptible d'être traitée par lixiviation en présence d'ions ferriques. On a entrepris l'étude de la dissolution de cette impureté dans des milieux chlorure ferrique-acide chlorhydrique, dans le but d'évaluer la cinétique et la stoechiométrie de la réaction d'oxydation. Une découverte importante a été que l'arsenic libéré en solution est l'arsenic (III), la forme qui se stabilise le plus difficilement.

On a démarré des études portant sur l'extraction électrolytique du cuivre sous forme de dépôts lisses, compacts et sans dendrite, à partir d'une solution aqueuse de chlorure. La difficulté réside dans le fait que le cuivre se dépose plutôt sous forme de cristaux. Pour résoudre ce problème, on a mis au point une cellule électrolytique équipée de diaphragmes dans laquelle l'agitation de l'électrolyse se fait par vibration de la cathode, et l'on utilise un additif organique. On a ainsi obtenu régulièrement, des dépôts de cuivre lisses et compacts, pendant 24 heures, avec une densité de courant de 323 A/m^2 et avec un rendement électrique supérieur à 90%. Le travail de développement se poursuit et sera probablement étendu à l'évaluation des effets des impuretés.

Simulation du traitement du minerai et du charbon - L'objectif de ce travail est de produire un modèle informatisé des installations de préparation des minerais. Ce modèle, qui pourra éventuellement être élargi, servira d'instrument

d'analyse et d'enseignement à l'usage des industriels et des fabricants d'équipement et il contribuera à l'optimisation de la conception et de l'exploitation de l'équipement. L'analyse d'un circuit complet nécessite un programme directeur et des sous-programmes pour chaque unité. Le but du CANMET est de mettre au point le programme directeur et ses sous-programmes pour un circuit modeste. On estime que le transfert vers l'industrie des principes et des méthodes de simulation de procédé pendra 5 ans et se fera en trois étapes: rassemblement des méthodes (phase 1), transfert (phase 2) et application (phase 3).

Dans le cadre de la phase 1, on a accordé cinq contrats à des groupes d'experts pour la préparation d'un manuel technique traitant des sujets suivants: points clés de l'évaluation et de la modélisation d'un procédé, échantillonnage, calcul de bilans de matière, méthode de modélisation, modèles unitaires de procédés de minerai et de charbon disponibles. Un programme souple d'exécution, en FORTRAN, appelé SPOC 81 (Simulated Processing for Ore and Coal), a été préparé dans les laboratoires du CANMET, pour la simulation d'une usine. En même temps, on a évalué avec succès divers aspects du transfert des techniques. Le travail de l'année a permis de rassembler des programmes et des méthodes de pointe sous une forme uniformisée dont la valeur sera inestimable lors de la phase 2. On a normalisé un modèle de tambour d'agglutination, pour l'inclure dans les manuels, et l'on a terminé un modèle de filtre rotatif sous vide. Un atelier sur les bilans de matière s'est tenu à l'Université Laval, avec la participation de membres de l'industrie, des universités et des gouvernements. Plusieurs programmes de la bibliothèque de service mise su pied dans le cadre du projet SPOC ont été normalisés pour que leur présentation soit identique à celle utilisée dans la plupart des bibliothèques industrielles.

Économies de minerais et de métaux

Identification, caractérisation et évaluation des déchets de minéraux primaires - L'objectif est de promouvoir la recherche et le développement en matière de réutilisation des déchets minéraux: roches stériles, résidus de broyeurs, scories et poussières métallurgiques, résidus chimiques. Une utilisation accrue de ces déchets aiderait à économiser les ressources minérales et énergétiques et pourrait contribuer à l'amélioration de l'environnement.

Les études portant sur les roches stériles et sur les échantillons de résidus de broyage provenant des provinces de l'Atlantique ont été terminées et les résultats publiés. On a entamé d'autres études avec les déchets d'extraction et de traitement des minerais des provinces des Prairies. On a traité et examiné les échantillons de scories et de poussières ferreuses, et on a rassemblé des données techniques provenant d'usines métallurgiques canadiennes. Des études ont été entreprises sur les déchets métallurgiques non ferreux. On a procédé à la caractérisation morphologique et à l'identification des phases des déchets inorganiques ou des matériaux fabriqués provenant de mines ou d'usines, afin d'évaluer les risques que ces substances présentent pour la santé.

Récupération de l'or et de l'argent à partir des résidus d'usine - Devant la brutale augmentation du prix de l'or et de l'argent, la récupération de ces métaux a suscité un intérêt accru. L'objectif de ce projet est de dresser un inventaire des résidus de mines abandonnées et encore en exploitation qui semblent avoir une certaine valeur économique et d'évaluer la faisabilité technique et économique de la récupération des métaux à partir de ces résidus.

Un premier ensemble de critères a été établi pour faciliter l'identification des résidus susceptibles de présenter un intérêt; une étude de la documentation a ensuite permis de localiser les résidus qui répondaient aux exigences. À ce jour, les résultats sont les suivants: très peu de dépôts de résidus répondent aux critères établis; les résidus du procédé au cyanure contiennent généralement très peu d'or; les résidus des procédés gravimétriques semblent présenter plus d'intérêt du point de vue de la récupération de l'or et de l'argent.

Environnement

Retenue ou élimination des résidus de mines et d'usines - Les objectifs étaient de réduire les conséquence néfastes des tas de résidus (terrils) abandonnés eu égard au volume et à la qualité de l'infiltration et à l'érosion par le vent et par l'eau. Rio Algom Mines Ltd. a reçu un appui pour procéder à une fertilisation d'entretien d'une section de ses terrils. L'entreprise a aussi appliqué la méthode d'ensemencement direct sur ces terrils. Une étude détaillée et l'établissement d'un profil de sol reconnaissable sont en cours; on a déjà effectué une analyse microbienne et l'on prépare des échantillons pour des analyses physiques et chimiques.

On procède actuellement à une étude sur le terrain avec les objectifs suivants: déterminer les directions générales de l'écoulement souterrain dans les terrils eux-mêmes; fournir une base de données pour les calculs d'écoulement des eaux souterraines qui entrent dans les terrils et qui en sortent; et établir un réseau d'échantillonnage des eaux souterraines qui servira pour une étude ultérieure de la composition chimique des eaux souterraines à l'intérieur des terrils. Pour cela, on a installé un réseau de contrôle des eaux souterraines. On a effectué une étude hydrogéochimique et une étude de panache en collaboration avec l'Université de Waterloo. Les nids de piézomètres nécessaires ont été installés. On a prélevé des échantillons par carottage pour permettre l'étude hydrogéochimique et l'établissement d'un bilan massique des contaminants. Une grande partie de cette analyse fera l'objet de travaux à contrat. On a mis au point une méthode améliorée d'analyse rapide du radium-226 dans des échantillons d'eau.

On a déterminé la composition optimale d'un mélange de déchets domestiques déchiquetés, de boues d'égouts, de déchets de bois et de compost recyclé pour un procédé de compostage en tas allongés, susceptible de former une couverture de sol qui facilitera la repeuplement végétal des terrils de mines d'uranium dans des régions où il n'y a pas de sol à proximité. Les expériences de laboratoire ont permis d'évaluer les effets de basses températures ambiantes sur ce mélange. Il apparaît que des difficultés pourraient survenir si l'on continuait le compostage pendant l'hiver. Une façon de résoudre le problème consiste à stocker le mélange sous forme de briquettes compactées hydrauliquement qui se dégradent sans produire de mauvaises odeurs.

Dans le cadre d'un projet de mesures du mouvement des agents de contamination environnementaux dans le terril de la mine Nordic, on procède à l'analyse d'échantillons de carottes pour rechercher divers éléments et radionucléides afin de déterminer le degré de météorisation des résidus.

Préparation de terrils pour le repeuplement végétal.

Même emplacement que ci-dessus après établissement de la couverture végétale.

<u>Élimination des contaminants des effluents des usines d'uranium</u> - L'objectif est de mettre au point des techniques pour éliminer les contaminants environnementaux des minerais d'uranium, des résidus et des décantats de résidus avant leur élimination, et d'évaluer des méthodes pour les isoler de l'environnement.

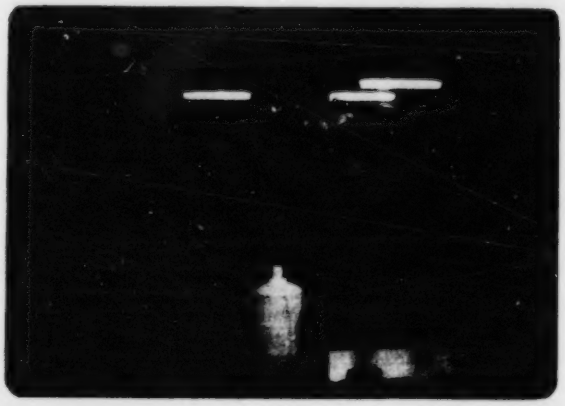
Au cours d'une série d'essais de lysimétrie conçus pour simuler l'effet de la météorosation sur les résidus, on a étudié l'élution du radium-226 et la production de solutions acides de sulfate ferrique par oxydation de la pyrite.

On a procédé au dénombrement des bactéries hétérotopiques aérobies et anaérobies dans divers échantillons provenant de terrils avec et sans repeuplement végétal afin d'établir une relation entre le nombre de bactéries et le degré d'oxydation de la pyrite.

Une analyse statistique des résultats du dénombrement des bactéries hétérotopiques dans des puits d'essai des terrils d'uranium de la Rio Algom montre que, pour les dix premiers centimètres du puits, les différences dans le nombre de bactéries aérobies et anaérobies sont très significatives, mais qu'elles le deviennent moins lorsque la profondeur augmente.

On a établi un plan pour extraire, essorer et éliminer des boues de $Ba/RaSO_4$. Ce plan nécessite une mesure de protection de l'environnement contre les produits de décantation des résidus des usines d'uranium du Canada. Le procédé proposé comprend la décantation en étang et le draguage, le filtrage, le traitement en cyclone, l'aération, la filtration sous presse et l'enfouissement de la boue.

Des expériences de préconcentration destinées à produire des concentrés et des résidus d'uranium



Simulation de la météorisation des résidus d'uranium.

et de pyrite à faible teneur en radium-226, par des techniques de flottation, ont eu lieu à l'échelle du laboratoire et à l'échelle continue. L'alimentation consistait en minerais d'Elliot Lake (0,08% et 0,1% U) et en minerais d'Agnew Lake (0,25% et 0,5% U). Les résultats ont montré que 95-98% de l'uranium, 90-95% du radium, 92-95% du thorium et environ 98% de la pyrite contenus dans les minerais se retrouvaient dans les concentrés de pyrite et de produits radioactifs représentant entre 25 et 38% de la masse du minerai. Les résidus de préconcentration obtenus à partir de ces minerais contenaient 0.002-0,004% U, 24 pCi/g de radium-226, 0,002-0,01% de thorium et 0,03-0,06% S sous forme de pyrite. Un contrat a été accordé à un expert-conseil privé pour l'évaluation de la viabilité économique et technique de ce travail.

Traitement des effluents contenant des thiosels - L'objectif est de mettre au point des procédés économiques de traitement des effluents contenant des thiosels, provenant des installations d'extraction et de traitement des minerais sulfurés, et d'aider les industries et d'autres organismes extérieurs dans l'évaluation et dans le développement commercial des procédés les plus prometeurs.

On a examiné les effets du cuivre, du plomb, du zinc, du fer, du cadmium et de l'argent sur le dosage des anions thiosulfate et tétrathionate par la méthode de titrage acidimétrique au chlorure mercurique. L'élimination par échange d'ions des éléments perturbateurs a été étudiée.

On a établi les expressions donnant la vitesse de la réaction de décomposition alcaline des trois principaux anions de thiosels, le thiosulfate, le trithionate et le tétrathionate.

On a étudié les effets de la température, du pH initial et des concentrations en ammonium, en phosphate et en métaux lourds, sur l'oxydation des thiosels par une variété authentique de Thiobacillus thiooxidans (ATCC 8085) et par une culture mixte isolée à partir d'effluents d'une usine de traitement de métaux usuels. La température optimale était de 30°C et le pH initial optimum de 3,75 pour les deux cultures avec le thiosulfate et pour la culture mixte avec le tétrathionate. Thiobacillus thiooxidans ATCC 8085 n'a pas oxydé le tétrathionate.

Afin de déterminer les caractéristiques physiques et chimiques de ces oxyanions sulfurés que l'on retrouve le plus souvent dans les effluents des installions de flottation des sulfures pyriteux de Zn-Pb-Cu, on a étudié les spectres ultra-violets des solutions aqueuses de thiosels purs et de composés associés et on a obtenu des spectres infrarouges des solides correspondants.

Capture-fixation de SO_2 dans les gaz de fonderie dilués - L'objectif du projet était d'évaluer, des points de vue technique et économique, les procédés possibles de traitement des effluents gazeux contenant du SO_2 dilué provenant des installations pyrométallurgiques, procédés au cours desquels on obtient des produits commercialisables ou directement éliminables.

On sait peu de choses du procédé de désulfuration des gaz dilués de fonderie. La méthode habituelle utilisée dans les fonderies est de changer le procédé de façon à produire des effluents gazeux à plus haute teneur en SO_2 pour lesquels les techniques sont connues. Un contrat a été accordé pour l'évaluation d'un prodédé d'adsorption par la chaux et le calcaire produisant un gypse susceptible d'être vendu; ce travail est en cours.

Émissions polluantes pyrométallurgiques - Les objectifs sont les suivants: fournir des données fondamentales sur la forme et la répartition des principaux éléments toxiques que l'on rencontre dans les procédés canadiens de pyrométallurgique des métaux non ferreux; et mettre au point et évaluer des méthodes intéressantes du point de vue économique pour éliminer ces éléments.

On a utilisé des techniques de spectroscopie infrarouge, d'analyse de poudre par rayons-X et de microsondes électroniques pour identifier les composants mercurés et arséniés dans les alimentations des usines de traitement pyrométallurgique des métaux non ferreux ainsi que dans les cycles du procédé dans les usines elles-mêmes. On a constaté que, pendant le traitement des concentrés sulfurés provenant de deux compagnies, le mercure se volatilisait et pouvait donc être facilement extrait par des techniques d'épuration voie humide, mais elles peuvent contribuer à une augmentation importante des coûts de production. La mise au point d'un épurateur à lit fluidisé pour l'élimination par voie sèche du mercure des émissions gazeuses se poursuit. Nous continuons aussi la préparation de diagrammes opérationnels et de bilans de matière pour le soufre, le mercure et l'arsenic dans les circuits de traitement des métaux non ferreux.

Mise au point de matériaux

Les travaux du CANMET pour améliorer la qualité des matériaux métalliques et minéraux recouvrent une grande diversité de produits et de procédés. Les projets de l'année 1980-1981 comprenaient des études relatives à la réduction de la corrosion et de l'abrasion des métaux et à l'amélioration de leur soudabilité, et des études relatives à la préparation de bétons et de céramiques destinés à des usages particuliers.

Corrosion des métaux dans l'Arctique - Les résultats d'essais de corrosion atmosphérique avec des échantillons de fil d'acier doux sur boulon, exposés pendant deux ans à divers endroits dans l'Arctique canadien, étaient en accord avec les résultats obtenus avec des échantillons exposés pendant un an. Les taux moyens de pénétration par corrosion, variaient de 2 à 4 µm/a en cinq endroits situés dans les îles de l'Arctique et la partie nord-ouest du continent. Par contre, on a enregistré un taux relativement élevé de 22 µm/a à Cape Parry, à 1 km du rivage.

Des aciers au carbone et des aciers résistant aux intempéries, fabriqués industriellement et en laboratoire, sous forme de tôles et de feuilles, ont été soumis à des essais de corrosion atmos-

phérique pendant 7 à 10 ans à Ottawa et à Tuktoyaktuk (Territoire-du-Nord-Ouest), sur la côte de l'océan Arctique. À Ottawa, les aciers résistant à la corrosion ont présenté des pertes de masse et des profondeurs d'attaque de corrosion inférieures à celles enregistrées avec les aciers au carbone; à Tuktoyaktuk, les deux aciers se comportaient de la même façon et les taux de corrosion étaient généralement plus faibles.

Revêtements coulés résistant à l'abrasion et à la corrosion - L'exploitation minière, la construction et les transports nécessitent très souvent des matériaux résistants à l'abrasion. Le CANMET a mis au point un procédé permettant d'appliquer un revêtement résistant à l'abrasion pendant le coulage dans un moule de sable. En 1980-81, une fonderie canadienne a utilisé le procédé pour fabriquer douze sabots de chalutier moulés en fer ductile recouvert de carbure de chrome, ce qui montre que le procédé s'adapte facilement aux pratiques industrielles. Une entreprise de pêche de la côte Atlantique, qui essaie les sabots expérimentaux, doit terminer l'évaluation en 1981-82.

Mise au point d'acier très résistant pour les pipe-lines - Prévoyant que la construction de pipe-lines nécessitera des aciers dont les propriétés mécaniques sont supérieures à celles des aciers de qualité X-70, le CANMET a étudié la faisabilité de la production de tôles d'acier de qualité X-100 dans la laminoir expérimental et de la technique de trempe directe après le laminage.

Tôle d'acier résistante à l'abrasion - En 1980, le travail sur la trempe directe d'acier Mn-Mo-Nb produit par le CANMET, s'est poursuivi. Les aciers ainsi obtenus étaient plus durs et, l'on suppose, plus résistants à l'abrasion que les aciers trempés suivant la méthode classique. Bien que les aciers soumis à la trempe directe aient la même teneur en carbone que les aciers industriels résistants à l'abrasion, ils sont plus durs à la surface qu'au centre de la tôle, malgré une plus faible teneur en éléments d'alliage.

Corrosion des aciers dans les sols - Etant donné l'importance économique de la corrosion des aciers dans les sols et l'absence de données à ce sujet, un contrat a été accordé pour l'étude du problème et la mise sur pied d'un programme d'essais approprié. Les résultats sont en cours d'évaluation.

Céramiques résistantes à l'abrasion - Le projet, qui fait l'objet d'un contract avec un organisme extérieur, a comme objectif la mise au point de céramiques résistantes à l'usure, destinées au revêtement de systèmes utilisés pour la manutention de matériaux et soumis à l'usure et à la corrosion. Le principe et le suivant: on ajoute à des céramiques dures et stables des substances qui subissent des changements de phase polymorphes réversibles au cours de la cuisson, emprisonnant ainsi les phases instables dans la microstructure. L'énergie des microfissures provoquées par l'usure est absorbée dans une inversion cristalline retardée; l'effet de la fissure est ainsi réduit et la résistance à l'usure de la céramiques est améliorée. Le travail comprenait un examen au laboratoire de cristaux polymorphes de quartz dans une matrice de verre, dont un nombre limité avaient été comprimés à chaud. Les résultats ont permis d'établir des procédés de fabrication et d'évaluation de produits et ils ont montré que le mécanisme suggéré se produisait dans les essais d'abrasion. On procède actuellement au choix et à l'acquisition de matériaux pour des recherches effectuées dans les laboratoires du CANMET.

Barres de broyage - L'usure des barres de broyage pendant le traitement des minerais compte pour une part importante dans les frais d'exploitation de l'industrie minière canadienne. On poursuit les études d'amélioration de la dureté et de la résistance à l'usure de ces barres, soit en augmentant la vitesse de refroidissement après laminage, soit en ajoutant des éléments d'alliage. On a examiné la microstructure, la dureté et la résistance à la fracture de barres de broyage de qualité C-1090, refroidies à l'air, aussitôt après laminage et dans des conditions d'usure.

On a procédé à des simulations limitées du refroidissement à l'air et du refroidissement amélioré de barres forgés. Les pièces forgées refroidies à l'air avaient la même dureté d'environ 30 Rc que les barres produites industriellement au Canada, non encore utilisées, alors que les pièces refroidies à la température ambiante dans un lit fluidisé présentaient une dureté d'environ 37 Rc sur la majeure partie de la section.

Soudabilité des pipe-lines en usine et sur place - Un travail à contrat a permis l'étude des procédés de soudure automatique sur place pour le soudage bout à bout de pipe-lines de grand diamètre. Cinq procédés actuellement utilisés ou en cours de développement ont été étudiés.

Les critères d'évaluation étaient les suivants: commodité et applicabilité de la méthode, qualité de la soudure, nécessité de l'inspection et avantages économiques. Au cours d'une série d'expériences effectuées dans les laboratoires du CANMET, on a étudié les effets du voltage et de l'intensité du courant pendant le soudage, de la longueur des électrodes et de la polarité sur la profondeur de la pénétration, ainsi que sur la hauteur et la largeur de la perle dans le soudage sous flux.

Récipients sous pression - Afin de pourvoir aux exigences énergétiques de plus en plus grande, le CANMET cherche à améliorer la qualité des récipients sous pression. On cherche entre autres à améliorer les procédés de soudage. On a procédé à une étude et à une évaluation technique du soudage à faible ouverture, pratiqué en Amérique du Nord et au Japon. Les recommandations formeront la base d'un programme expérimental pour le soudage de sections lourdes. Le CANMET a étudié dans ses laboratoires le procédé de revêtement des surfaces internes des récipients sous pression avec une couche résistante à la corrosion. Les conditions optimales ont été établies.

Un autre objectif est de construire et d'évaluer un système automatique d'inspection aux ultra-sons pour localiser et mesurer les défauts dans les soudures de tronçons lourds dans des récipients

sous pression en acier 2 1/4 Cr 1 Mo. Dans ce but, on a fabriqué des "défauts" dans le tôle épaisse avant de procéder au soudage à l'arc sous flux en plusieurs passages. Après le soudage, on a radiographié la tôle dans un accélérateur linéaire haute énergie. Au cours de l'année passée, on a assemblé le système d'inspection aux ultrasons et on a comparé sa performance avec celle des radiographies obtenues dans l'accélérateur linéaire.

Les chercheurs poursuivent l'évaluation des relations entre la microstructure et les propriétés mécaniques des aciers utilisés pour les récipients sous pression, à l'état neuf et après utilisation dans des conditions normales.

Résilience de la zone influencée par la chaleur - Les structures métalliques nécessitent des tôles d'acier plus résistantes et de meilleur soudabilité. L'objectif du projet est de mettre au point des tôles d'acier faiblement allié à haute résistance, possédant une plus grande résilience de la zone influencée par la chaleur. On a caractérisé la microstructure et la résistance à l'effet d'entaille de la zone influencée par la chaleur dans une série d'aciers de différentes teneurs en titane et en azote, laminés dans des conditions contrôlées.

On s'est servi d'un simulateur thermique GLEEBLE pour simuler la zone influencée par la chaleur, à grain grossier, caractéristique des soudures à l'arc sous flux dans les pipe-lines. On a noté une amélioration importante de la résilience de la zone influencée par la chaleur dans les aciers ayant une teneur en titane de l'ordre de 0,01% et un rapport Ti/N inférieur à 2: l'énergie de rupture était deux fois plus grande que celle observée avec des aciers ne contenant pas de titane. On a attribué l'amélioration de la résistance à l'effet d'entaille à une réduction de la taille des grains dans la zone influencée par la chaleur. Ce travail était étayé par des études effectuées à l'Université McMaster avec un microscope électronique à balayage.

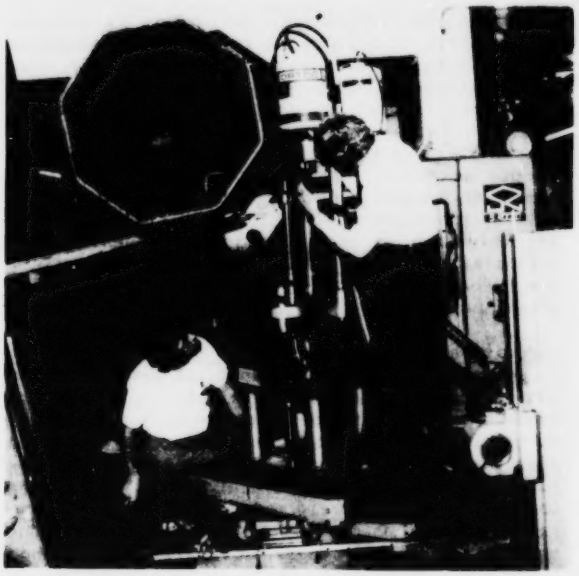
Caractérisation des défauts de soudure - Ce projet auquel collaborent l'Interprovincial Pipeline Ltd. et l'Institut de soudage du Canada, tente de mettre au pointe une méthode de prévision de la fatigue à la corrosion des oléoducs, en termes de taille initiale du défaut, d'environnement et de gamme opérationnelle de pressions. À ce jour, on a déterminé les taux de croissance des fêlures par fatigue sur des échantillons de laboratoire ordinaires en contact avec du pétrole brut contenant du sulfure d'hydrogène. Les taux de croissance des fêlures superficielles dans le métal lui-même et dans la soudure d'échantillons soudés ont été déterminés dans des conditions simulant des conditions réelles. Ces données ont été combinées dans un modèle informatisé avec un spectre de pression synthétisé à partir de relevés effectués sur un pipe-line en exploitation. On s'est servi de ce modèle pour prévoir la durée de vie en fonction de la taille initiale de la fêlure et de la sévérité de la corrosion due à l'environnement. On vérifie expérimentalement la valadité du modèle dans une installation d'essai de canalisations à l'échelle industrielle exploitée par Interprovincial Pipeline Ltd, en coopération avec l'Institut de soudage du Canada.

Mécanique du soudage - Le soudage est la principale méthode utilisée pour joindre des pièces d'acier ou d'autres métaux dans les structures métalliques, mais ce procédé provoque invariablement une distorsion et des tensions résiduelles. Le but de ce projet est de mettre au point une méthode de prévision permettant l'évaluation des effets de paramètres tels que le chauffage avant et après soudage, les contraintes, le géométrie de la soudure, le taux de chauffage pendant la soudure et le taux d'extraction de la chaleur sur la distorsion et les tensions résiduelles. Pendant la première année, l'examen des méthodes actuelles d'analyse thermomécanique des soudures a fait l'objet d'un contrat.

Recherche sur l'écoulement plastique, la rupture et l'analyse de tension - L'objectif de ce projet est d'évaluer et de mettre au point des méthodes expérimentales permettant de mesurer la résistance à la rupture de matériaux ductiles. On a prêté une attention particulière à la validité des résultats d'essais effectués sur de petits échantillons, comme mesures de la résilience de matériaux susceptibles d'être utilisés pour la construction de structures importantes comme les récipients sous pression à parois épaisses. Dans l'évaluation des résultats, on a essayé d'analyser la morphologie des surfaces fracturées. La forme de la fêlure est un indice important pour l'identification des mécanismes de rupture, et un examen détaillé des surfaces fracturées peut faciliter la conception de méthodes destinées à améliorer les propriétés et les spécifications des matériaux.

Diffractomètre de tension à rayons X - La diffraction des rayons X est le seul procédé non destructif permettant de mesurer les tensions dans des structures métalliques (avions, bateaux; pipelines, etc). Les dispositifs à rayons X actuels ne convenant pas pour des mesures sur le terrain, on s'efforce de mettre au point un équipement portatif. Par l'intermédiaire de contrats et de travaux de recherche dans des propres laboratoires, le CANMET met au point un dispositif portatif commercialement viable, qui présente plusieurs avantages, le plus important éant la capacité de donner une mesure précise "en temps réel" de la tension, à partir d'une seule exposition. Des appareils mis au point dans d'autres laboratoires nécessitent des expositions distinctes correspondant à deux orientations différentes de la tête irradiante par rapport à l'échantillion.

Agrégats pour la construction - Ce travail vise à mettre au point des méthodes de préparation de nouveaux types d'agrégats légers et marginaux et à évaluer leur durabilité dans du béton exposé à un environnement normal et à des conditions extrêmes. On a préparé au laboratoire, à des fins d'évaluation, des agrégats légers en agglomérant des schistes à haute teneur en carboe provenant de mines de charbon.



Les chercheurs E. Cousineau (g) et C.M. Mitchell (d) se servent d'un diffractomètre de tension à rayons X portatif pour examiner une section d'un pylône de ligne électrique.

Durabilité du béton - Les objectifs de ce projet sont d'évaluer et d'améliorer la durabilité de bétons classiques et nouveaux dans des conditions environnementales extrêmes. Nous étudions aussi les liants minéraux dans lesquels on a partiellement remplacé le ciment Portland par des matériaux non classiques dont la préparation demande moins d'énergie.

On a étudié la détérioration des bétons dans différentes conditions environnementales afin d'en déterminer les causes. On a effectué une analyse pétrographique de plusieurs échantillons de béton utilisé dans la construction de routes. On a poursuivi les expériences visant à déterminer la stabilité à long terme de bétons ordinaires et infiltrés placés dans des environnements destructifs. On a étudié la destruction de béton par des phases instables des agrégats.

Quel que soit le rapport eau/ciment, la substitution du ciment Portland dans le béton par des scories ou des cendres volantes, ne modifie pas les caractéristiques d'hydratation. Cela signifie que les techniques d'analyse thermique différentielle et de diffraction de rayons X ne permettent pas de différencier l'hydratation du ciment Portland, des scories, et des cendres volantes. On a aussi étudié la dégradation des agrégats conservés à 150°C dans un milieu sec. On a découvert deux substances minérales instables dans les agrégats, le gypse et la pyrite. On a attribué la dégradation à la conversion du gypse en anhydrite, à l'oxydation de la pyrite en sulfate de fer, et à l'hydratation des sulfures de fer.

Des études sont en cours sur la durabilité de structures de béton contenant du ciment Portland exposé à des eaux caractéristiques de nombreux lacs et rivières du Nord du Canada. Le travail est effectué en étroite collaboration avec Hydro-Québec et la Société d'énergie de la baie James. Un adjudicataire doit procéder à l'examen d'échantillons en 1981.

Une étude de la performance et de la durabilité du béton contenant des matériaux exigent moins d'énergie comprend des expériences de laboratoire, effectuées au CANMET, portant sur le développement de la résistance et sur la durabilité, dans des conditions de gel et de dégel, de béton contenant du ciment, des scories de hauts-fourneaux, des cendres volantes et des vapeurs siliceuses. L'étude est complétée par des travaux de recherche effectués sous contrat. Le travail du CANMET a démarré en 1978 et les recherches actuelles visent à déterminer la résistance de mortiers de ciment des lesquels on a remplacé jusqu'à 50% du ciment par des vapeurs siliceuses. On a aussi commencé des travaux pour déterminer les propriétés mécaniques et élastiques de bétons dans lesquels on a remplacé jusqu'à 30% du ciment par des vapeurs siliceuses. Le programme de mélange est terminé et les essais dans des conditions de gel et de dégel ont commencé.

On a terminé le travail expérimental sur un grand nombre de mélanges de mortiers. Dans ces mélanges, on a remplacé le ciment par de la poussière de calcaire, des scories refroidies à l'air, des scories de hauts fourneaux en pastilles ou par des cendres volantes. Les travaux effectués sous contrat comprenaient l'étude de la performance de mélanges de ciment Portland et de scories de hauts-fourneaux dans un environnement marin. La troisième phase de cette recherche a été achevée en 1980. Un certain nombre d'échantillons, couvrant une grande variété de résistances et de proportions ciment Portland/scories ont été exposés à un environnement marin aggressif. La durabilité dans des conditions de gel et de dégel et les propriétés élastiques de bétons contenant de

Essais de béton placé dans des conditions environnementales destructives simulées.

grandes quantités de cendres volants à haute teneur en chaux par rapport au ciment fond l'objet d'études qui se poursuivront en 1982.

Bétons très solides et résistants à la chaleur - Le but du travail est de fournir des données sur le comportement à long terme des bétons placés à des températures modérément élevées et d'améliorer la performance de ce béton en modifiant sa composition.

Le travail terminé en 1979 a révélé l'instabilité d'une dolomie locale à 15°C, qui a entraîné la désintégration complète du béton. Les études destinées à expliquer ce comportement se sont poursuivies et des essais ont été entrepris au cours de l'année avec une série de mélanges à béton contenant un calcaire de référence.

Normalisation et transfert de technologie - La prééminence du CANMET dans le domaine des essais non destructifs sur le béton permet à la Direction d'offrir ses services de normalisation canadiens et internationaux. La Direction publie des rapports sur l'état des connaissances en matière de techniques relatives aux agrégats, au ciment et au béton et elle parraine des conférences régionales, nationales et internationales. Un essai avec un nouveau dispositif, pour la détermination de la perméabilité du béton, a été mis au point sous contrat par l'Univeristé Queen. Il reste à établir la reproductibilité et le degré de précision de l'essai.

L'émission acoustique du béton a fait l'objet d'un contrat avec l'Université de Colombie-Britannique. Les résultats de l'étude n'ont pas encore été évalués. Pour remplir son rôle de diffuseur d'information, le CANMET a publié en 1980 un manuel complet et détaillé intitulé "Progress in Concrete Technology". Un projet décennal conjoint entrepris en 1978, pour évaluer les spécification du ciment et les méthodes d'essais existantes au Canada, s'est poursuivi. Le but de ce projet est de fournir un outil indispensable à la mise à jour des normes existantes ou à l'établissement de nouvelles normes sur les ciments. Le CANMET coordonne le programme et est en charge de l'organisation globale. La laboratoire du béton, à Montréal, a étudié la technique du manchon à deux pièces pour la détermination in situ de la résistance du béton. Des exemplaires d'un film produit par Scott Films Limited, avec le concours technique du CANMET, ont été vendus au Mexique, au Vénézuela et aux États-Unis. Plusieurs universités l'utilisent comme outil d'enseignement.

Matériaux réfractaires pour le raffinage sous vide - Le travail vise à caractériser les mécanismes de défaillance et à améliorer les spécifications pour les matériaux réfractaires utilisés dans la raffinage sous vide de l'acier.

On a choisi pour cette étude le revêtement de brique de la zone de scories des récipients VOD de l'usine Atlas Steele à Welland (Ontario) car c'est ce revêtement qui est soumis à la plus grande usure. On a obtenu des échantillons de briques neuves et anciennes et de scories provenant de ces récipients.

Les matériaux réfractaires recouvrant la zone de scories sont un mélange de chrome et de magnésie et les défaillances semblent être dues à la fois à une attaque (corrosion et érosion) et à un écaillage. Il est probable qu'un écartement des grains provoque un affaiblissement apparent de la moitié froide non scorifiée de la brique usagée, ce qui pourrait contribuer à l'écaillage. Des essais en creuset sont en cours pour la détermination de changements minéralogiques et l'on évalue la résistance au choc thermique par des mesures d'expansion thermique. Il est possible, en effet, que l'écaillage soit lié à l'un ou l'autre de ces mécanismes.

Céramiques résistantes au choc thermique - Le but de ce projet est de mettre au point des céramiques plus résistantes au choc thermique. Une meilleure connaissance théorique du craquage compléterait, ou remplacerait, les méthodes empiriques actuelles d'évaluation qui nécessitent de longs essais laborieux. On a terminé l'analyse de paramètres thermo-physiques de céramiques utilisées comme revêtement de cheminée. On a obtenu une bonne corrélation entre le degré de défaillance par choc thermique prévu (calculé à partir d'une formule originale) et le classement réel déterminé expérimentalement. On a vérifié les effets du choc thermique sur six types de briques réfractaires industrielles, allant de matériaux acides à des matériaux basiques, en utilisant un procédé de trempe à l'eau. La mise au point d'un système de stockage de chaleur à usage domestique, utilisant un hydrate de sel fondu comme milieu de stockage, qui faisait l'objet d'un contrat, est terminée.

Traitement des métaux

Mise au point d'aciers usinables sans plomb - Un contrat a été accordé pour l'étude des substitutions possibles du plomb dans les aciers usinables. L'utilisation du plomb dans la préparation de l'acier présente en efet des dangers pour la santé et il est pratiquement certain que ce métal sera interdit un jour ou l'autre.

Économies d'énergie dans les fonderies - Le travail sur les mesures d'économie d'énergie s'est poursuivi: préchauffage des poches de coulée avec des torches à gaz, fusion en cubilot, et isolants pour métaux liquides. Les torches à gaz sont très utilisées pour le préchauffage des poches de coulée dans les fonderies de fer. Des expériences effectuées avec une torche à gaz industrielle et une poche de coulée de 250 kg ont permis d'établir que la performance du préchauffage dépend du débit du gaz, de la position de la torche par rapport à la poche de coulée et de l'orientation de cette dernière. Les essais ont aussi montré les effets de divers couvercles de poche de coulée. On a constaté que: l'utilisation de la poche de coulée dans une position horizontale ou renversée ne présente aucun avantage; le bout de la torche doit se trouver au centre de l'ouverture de la poche de coulée, alignée avec le rebord, la flamme coincidant à peu près avec l'axe de la poche; les couvercles réduisent la consommation de combustible d'environ 50% mais leur conception ne présente pas une grande importance; la consommation de

combustible, pour atteindre une température donnée, est plus grande avec des revêtements à haute teneur en alumine qu'avec des revêtements en argile réfractaire. On a dû retarder les expériences destinées à mesurer l'efficacité d'isolants pour protéger la surface de l'acier fondu dans les paniers de coulée et dans les grandes poches de transport, en raison de difficultés expérimentales que l'on a fini par surmonter.

Coulage continu de métaux - Le coulage continu permet d'augmenter la production de 10 à 15% par rapport au procédé de coulage classique. Il permet aussi d'obtenir un meilleur produit, d'une qualité plus constante. Les premiers travaux du CANMET avaient abouti à la mise au point d'un procédé de coulage de petites sections de nickel, d'acier, d'acier à outils et d'uranium. Le travail a soulevé un grand intérêt et le procédé en est maintenant à l'étape de l'essai industriel à l'échelle pilote.

Eldorado Nuclear Limited a effectué des essais avec des barreaux d'uranium allié en utilisant un dispositif de coulage du CANMET. Les essais ont confirmé la validité technique du procédé comme source d'uranium métallique destiné à des procédés subséquents de fabrication.

Des essais sont aussi en cours, à la Sherritt Gordon Mines Limited, pour l'évaluation de la faisabilité industrielle de la production, par ce procédé, de petites barres de nickel destinées au tréfilage.

Une autre application a consisté à couler des barres d'acier à outils afin d'évaluer la possibilité de produire des outils avec peu ou pas du tout de travail à chaud. La résilience des matériaux coulés n'était pas bonne, mais celle du matériau coulé et matricé était comparable à la résilience des aciers à outils industriels.

L'évaluation de décapeurs de moules pour le coulage continu se fait à l'usine car il n'existe pas de méthode de laboratoire permettant d'évaluer la performance avant la sortie. Une méthode proposée par le CANMET, basée sur la mesure des propriétés de friction, fait l'objet d'un contrat de recherches accordé à la Ontario Research Foundation. Un appareil a été conçu et est en cours de construction; des essais d'étalonnage de décapeurs spécifiques et la comparison des résultats avec des essais de production seront effectués dans les prochaines phases du projet.

Techniques de coulage des métaux

Au cours de l'année, on a travaillé dans onze domaines différents de R & D. On a poursuivi le travail de mise au point d'un liant d'origine non pétrolière, économique, récupérable et non-toxique, pour le sable des moules et des noyaux; on étudie actuellement une famille de composés qui semblent posséder les propriétés nécessaires. Une fonderie a évalué, sous contrat, la faisabilité industrielle du liant. On a observé que le liant permettait un démoulage facile, que la concentration de fumées était faible et que la surface présentait un bon fini. Une demande de brevet a été déposée.

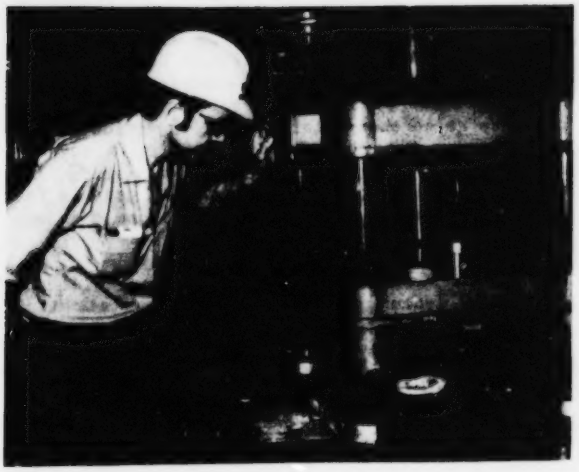
Un intérêt accru pour l'utilisation du magnésium pur comme semence, pour la préparation de fer ductile, a conduit à l'étude de l'assimiltation de cet élément hautement volatile dans les fers fondus. En se basant sur des expériences similaires dans l'eau et sur les résultats d'une grande gamme de recherches relatives à l'injection de fil de magnésium dans des fers fondus, on a suggéré un mécanisme d'assimilation. On a évalué les techniques d'introduction du magnésium dans le fer fondu ainsi que les nouvelles techniques d'injection.

Les propriétés mécaniques d'aciers coulés industriels, à teneur moyenne en manganèse et ayant subi un traitement thermique "classique", ont été comparées avec les propriétés d'aciers coulés soumis à un traitement thermique intercritique. Ces derniers présentaient une température de transition ductilité/fragilité nettement plus basse. Cette baisse de la température de transition a été associée à une réduction de la dureté, donc à des réductions de la limite élastique et de la tension de rupture, et l'on a entrepris, par conséquent, d'étudier les effets du traitement thermique intercritique sur les températures de transition pour différents degrés de dureté. Les expériences de microscopie optique et électronique ont montré que les aciers soumis au traitement thermique intercritique contiennent des zones relativement exemptes de carbure, en forme de lattes, qui se comportent probablement comme des absorbeurs d'énergie empêchant la propagation des fêlures.

À ce jour, en ce qui concerne la fusion, les chercheurs du CANMET ont trouvé que, pour les alliages à base de cuivre, la fonte ou les aciers, le meilleur filtre destiné à empêcher l'arrivée dans le moule de fines, de scories ou d'autres matériaux indésirables, consistait en un lit de matériaux réfractaires granuleux installé de façon appropriée dans le système d'ouverture. Les techniques de coulage en moule permanent sont de plus en plus utilisées. Le coulage en moule permanent à basse pression est une variante de ces procédés qui a été récemment introduite. On a commencé un projet de recherches visant à mieux faire connaître cet important procédé industriel et à promouvoir son utilisation. Une machine expérimentale de moulage à basse pression a été installée dans la fonderie et l'on a procédé à des essais de coulage de l'aluminium. Le but est d'étendre la technique mise au point pour des métaux légers à des alliages ayant un point de fusion plus élevé.

Les gaz dissous au cours de la fusion constituent une importante cause de défectuosité dans les moulages à base de cuivre. Afin d'éviter ces défauts, il est important de connaître la quantité de gaz absorbé au cours de la fusion. On a construit un appareil permettant de mesurer la teneur en gaz du cuivre fondu et l'on a essayé cet appareil dans plusieurs fonderies. L'interprétation correcte des résultats demande une habileté considérable et, de ce fait, la méthode restera sans doute seulement un outil de recherche.

Les producteurs d'acier canadiens ont longtemps utilisé, dans les hauts-fourneaux, des tuyères en cuivre coulé à un seul compartiment. La perfor-



R.J. Lacroix, Chef de la fonderie des LRMP installe la machine de coulage à basse pression.

mance de ces tuyères n'est pas particulièrement satisfaisante et il est nécessaire d'interrompre l'utilisation des hauts fourneaux dès qu'une fuite apparaît. On a mis au point (en particulier au Royaume-Uni) des tuyères à deux compartiments qui permettent d'arrêter l'eau de refroidissement dans le circuit primaire, en cas de fuite. La tuyère est refroidie par de l'eau qui s'écoule dans le deuxième compartiment. De cette façon, on peut éteindre le haut-fourneau et remplacer la tuyère au moment opportun, par exemple immédiatement après le drainage.

Deux fonderies canadiennes qui ont traditionnellement alimenté la plus grande partie du marché national avec des tuyères à un seul compartiment sont en compétition pour la mise au point, par des voies différentes, de tuyères doubles compétitives. Le CANMET contribue à ce travail en étudiant les techniques de coulage de tubes de cuivre.

On a trouvé qu'un mélange à 50% de chlorures de lithium et de potassium était très efficace pour extraire la chaleur des tubes, bien que le chlorure de potassium ou la grenaille de nickel aient produit aussi des résultats satisfaisants. Si l'on veut obtenir une bonne liaison entre le tube de cuivre et le métal coulé, il doit y avoir un équilibre entre le taux d'apport de chaleur, la vitesse et la température de coulée, et le taux d'extraction de la chaleur. Le système d'ouverture joue aussi un rôle important. Des ateliers sur les techniques de fusion des alliages d'aluminium pour pièces moulées se sont tenus au cours de l'année et ont rencontré un franc succès.

Rails de qualité supérieure - En 1980-81, on a terminé les travaux d'évaluation des propriétés mécaniques d'un certain nombre de rails de qualité supérieure, expérimentaux et industriels. On a aussi achevé les travaux de mise au point de techniques permettant d'obtenir des soudures bout à bout, par étincelage, acceptables, et les études relatives à la fabrication de rails de qualité supérieure par la technique de refroidissement légèrement accéléré. L'étude des méthodes de fabrication de rails de qualité supérieure adaptables à l'industrie canadienne du rail va se poursuivre; toutefois, les travaux se concentreront désormais dans un nouveau domaine, plus étroit, et ils porteront sur une "troisième génération" de rails (d'une dureté d'environ 44 Rc).

On a ajouté du vanadium à des alliages expérimentaux dont la composition correspondait à celle des rails de qualité supérieure Algoma et Sysco. L'addition de vanadium a des effets positifs, pour des quantités allant jusqu'à 0,1%: on observe une amélioration de la limite élastique et de la dureté et seulement une très légère réduction de la résistance au choc.

Les résultats préliminaires d'essais effectués avec des rails de qualité supérieure expérimentaux et industriels, sur le circuit FAST (Facility for Accelerated Service Testing) et sur des voies de chemin de fer montrent que ce sont les rails russes (P65) et les rails d'acier au carbone soumis à un traitement thermique, de la Bethlehem Steel Co. qui offrent la meilleure performance en ce qui concerne l'usure dans les courbes bien que, parmi les rails en acier allié, les rails Cr-Mo 100% perlitiques soient compétitifs. Les rails Cr-Mo bainitiques, de composition identique, offrent une performance inférieure.

On a évalué un certain nombre d'alliages de compositions différentes qui, par un procédé de refroidissement légèrement accéléré susceptible d'être adapté au lit chaud d'une usine de rails, produiraient un rail complètement perlitique avec une dureté de 38 Rc. Un rapport final résumant ce travail est en préparation.

Dans une deuxième phase du travail relatif à la mise au point de procédés, on étudie la possibilité de fabriquer un rail d'une dureté beaucoup plus grande que celle de la génération actuelle de rails de qualité supérieure par un procédé entraînant des frais d'investissement minimes, adaptable à une usine de fabrication de rails. Les expériences préliminaires ont montré que l'on pouvait atteindre une dureté d'environ 44 Rc par une transformation quasi-isothermique d'échantillons de composition et de section appropriées.

Pour évaluer la performance des rails, on procède à trois types d'essais d'usure: des essais sur les voies ferrées établies, des essais sur le circuit FAST prévu à cet effet à Pueblo (Colorado) et des essais d'usure au laboratoire.

Dans des travaux connexes, effectués sous contrat à la Technical University of Nova Scotia, on a étudié au microscope électronique quatre aciers ayant été soumis à divers traitements thermiques.

Alliages au cuivre très résistants pour les pièces de navires - L'expérience acquise par le CANMET dans le domaine du coulage de pièces résistantes en alliages de cuivre-nickel modifiés au chrome

ou au niobium a été transférée à une fonderie industrielle dans le cadre de contrats complètement subventionnés par le ministère de la Défense nationale (MDN).

Un projet de deux ans a été entrepris l'année passée, dans la cadre d'un contrat MDN, pour couler un caisson à six valves de 317 kg de bonne qualité. Le coulage complexe doit se faire avec un alliage cuivre-nickel 70/30 modifié au niobium.

On a mesuré la résistance Charpy à l'entaille des deux alliages Cu-Ni 70/30 modifiés au chrome et au niobium.

Au cours de ces essais, on a comparé des barres d'essai coupées dans des quilles coulées au sable et des barres d'essai chauffées et coulées à une vitesse très lente, caractéristique du coulage de morceaux lourds. La résistance a été déterminée dans une gamme de températures allant de températures inférieures au point de congélation à celle de l'ébullition de l'eau.

Dans le cadre d'un projet d'évaluation et d'amélioration des techniques de coulage au sable d'alliages au cuivre très résistants, on a évalué la soudabilité de bronzes nickel-aluminium par un essai de soudure bout à bout sous contrainte. Le soudage se fait avec un fil de remplissage à faible teneur en aluminium spécialement conçu et ayant une bonne résistance à la corrosion.

On a étudié l'effet de la teneur en aluminium, dans une gamme de concentrations donnée, et des différents rapports nickel/fer dans le métal de base. Les travaux de caractérisation de la microstructure et de mesure des propriétés mécaniques de plaques soudées, sans autre traitement et après traitement thermique suivant le soudage, sont pratiquement terminés. Le traitement thermique après soudage permet à la plaque de retrouver une bonne résistance à la corrosion et améliore les propriétés mécaniques.

Les bronzes nickel-aluminium coulés au sable ont plus tendance que les autres bronzes à former des fines. On a donc évalué la capacité de filtres en mousse de céramique d'empêcher les fines et les inclusions d'oxyde de pénétrer dans un moule. On a trouvé que ces filtres étaient efficaces et l'on étendra leur usage au coulage d'autres bronzes.

Un série de défaillances d'hélices de brise-glace ont montré que la résistance de bronzes manganèse-nickel-aluminium pouvait être très faible dans les parties épaisses de pièces coulées au sable. Une étude est en cours pour évaluer les effets du manganèse et de l'aluminium sur la résistance au choc et pour déterminer s'il est possible de mettre au point un traitement thermique permettant de remédier à ces défauts. À l'heure actuelle, on a coulé ensemble une série de barres de composition appropriée, destinées à un traitement thermique, afin de simuler les microstructures caractéristiques des morceaux lourds coulés dans le sable.

Coulage de pièces à parois minces en aluminium - Un projet a été entrepris pour obtenir des données fondamentales sur le coulage de pièces d'aluminium à parois minces. Un essai de coulabilité à double spirale, sur plusieurs alliages à base d'aluminium, a permis de comparer les effets de certains paramètres de coulage et de divers procédés de coulage. On a trouvé que, à certaines exceptions près, le badigeonnage du moule avec un produit à base de carbone amorphe et de zircon augmente la fluidité, comme le font aussi les liants inorganiques, alors que les moules au sable et au zircon et les liants organiques diminuent la fluidité.

On a étudié les propriétés de barres d'essai obtenues par moulage en moule permanent pour lesquelles il n'existe aucune spécification. La structure et les propriétés mécaniques des alliages ont été déterminées pour diverses températures de moule et diverses températures de coulée, avec des teneurs en aluminum variant à l'intérieur des limites de spécification.

Matériaux pour les constructions navales - L'importance pour le Canada des ressources énergétiques et minérales dans l'Arctique et dans les régions situées au large des côtes rendra nécessaire la connaissance des procédés de fabrication et des performances de matériaux destinés au transport de ces ressources. L'objectif du projet est d'effectuer des travaux de R et D et de stimuler la fabrication, au Canada, de matériaux résistants à la rupture par fragilité et à la corrosion pour les navires utilisés dans l'Arctique. Les propriétés de tôles employées dans les coques de navires circulant dans les eaux glacées (y compris des tôles provenant de coques déjà percées) ont été évaluées. On a poursuivi l'étude de la corrosion des coques due à la soudure ainsi que les travaux de caractérisation des tôles de navires. On a commencé d'autres travaux sur le soudage des tôles et sur la corrosion dans l'environnement marin arctique.

Matériaux pour les automobiles - Le remplacement des tôles d'acier emboutissables à faible teneur en carbone, actuellement utilisées dans la construction automobile, par des tôles de métal de résistance spécifique supérieure a été l'un des objectifs importants de la campagne visant à réduire le poids des automobiles. Les aciers au carbone très résistants étant généralement moins faciles à travailler, on a entrepris un projet visant à améliorer leur capacité d'usinage. Il comprend des travaux relatifs à la chimie des aciers et aux procédés de laminage. Les travaux actuels sont concentrés sur une catégorie d'aciers connus sous le nom d'aciers à double phase. On a progressé dans le choix des compositions chimiques, le traitement, la caractérisation des microstructures et la modélisation du comportement sous tension.

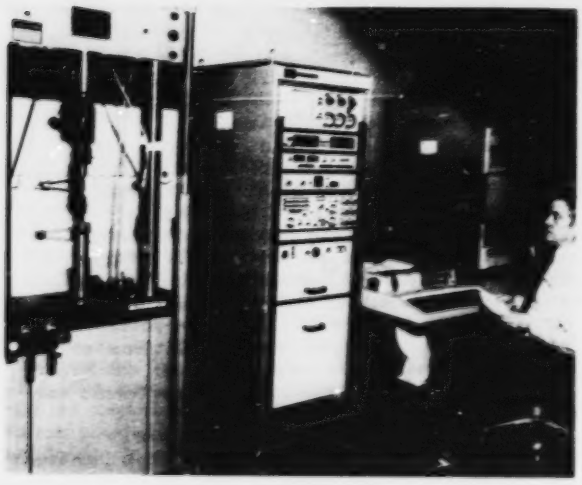
Deux ensembles distincts de travaux expérimentaux sur des aciers à double phase recuits par lots et laminés à chaud ont été achevés. On a conclu que, dans les limites des spécifications basées sur la résistance à la tension, le recuit par lots n'est

pas une méthode viable de fabrication d'aciers à double phase. Pour les deux types d'aciers, recuits par lots et laminés à chaud, on a caractérisé les microstructures et l'on a établi des corrélations avec les résistances à la tension.

Afin d'obtenir des données permettant d'établir un modèle mathématique de la résistance à la tension des aciers à double phase, on a fabriqué trois types d'alliages. On a procédé à des essais mécaniques avec ces alliages et l'on a introduit les données ainsi obtenues dans le modèle qui lie les propriétés mécaniques à la structure. On a trouvé que les limites supérieure et inférieure des résultats du modèle enferment les valeurs de résistance à la tension observées avec les aciers à double phase.

Des analyses de dispersion des rayons-X par les particules de martensite ont montré qu'il se produit une nouvelle répartition importante du magnésium au cours du recuit intercritique. Les résultats indiquent que la phase de martensite présente une capacité de durcissement beaucoup plus grande des les aciers récuits par lots que dans les aciers recuits en continu.

On a poursuivi l'étude de la susceptibilité à la corrosion de plusieurs métaux pouvant être utilisés en construction automobile, y compris les aciers à double phase et les alliages d'aluminium, en étendant les essais de coques de voitures sur route et les simulations au laboratoire. L'alliage d'aluminium et les aciers revêtus étaient supérieurs aux aciers non revêtus. Les aciers à double phase laminés à chaud avaient une meilleure résistance à la corrosion que d'autres aciers non revêtus, ce que l'on a attribué à la composition de l'alliage et non au fait qu'ils soient à double phase. Les essais au laboratoire ont montré que les vitesses de corrosion diminuaient lorsque l'on vaporisait périodiquement des inhibiteurs à base de polyphosphates.



P. Todkill, chercheur, utilise un dispositif électro-hydraulique d'essai des matériaux, automatique, à boucle fermée, interfacé avec un mini-ordinateur.

Optimisation de la performance des laminoirs - Au cours de la troisième année du programme, on a fait de grands progrès dans la compréhension des aspects métallurgiques et mécaniques du procédé de laminage à chaud. Le but est d'arriver à satisfaire les exigences en matière d'aciers plus durs, plus résistants, plus malléables et soudables, de plus en plus recherchés dans les industries de production d'énergie, les mines et les transports.

On a établi une corrélation entre la performance du laminoir à l'échelle du laboratoire du CANMET et celle d'un laminoir industriel pour le laminage contrôlé d'un acier de pipe-line de qualité X-70. Afin d'améliorer la précision des mesures d'épaisseur de l'acier laminé, après chaque passage, on a effectué des essais destinés à étalonner les propriétés élastiques. On a conçu un système pour la commande automatique de la vitesse de laminage et de la vis de réglage de l'écartement des rouleaux. Ce système permettra une exécution précise et reproductible des programmes de réduction contrôlée, donc la simulation et l'optimisation des procédés industriels.

Refroidissement en lit fluidisé - La demande de produits formés, en acier de plus grande résistance, et obtenus par un procédé consommant un minimum d'énergie a conduit à des études de nouveaux procédés de refroidissement des aciers laminés. Le refroidissement en lit fluidisé est l'un de ces procédés. On a conçu et construit un lit fluidisé à haute température, à l'échelle pilote, avec une température nominale maximale de 65°C pour le traitement thermique direct des produits en acier laminé; des essais sont en cours pour déterminer la capacité opérationnelle. En 1980-81, dans le cadre du Programme de coopération avec l'industrie, on a accordé un contrat à Algoma Steel Corporation pour évaluer la faisabilité de la fabrication d'un rail de qualité supérieure par refroidissement en lit fluidisé.

Normes et spécifications

Matières types et travaux connexes - Le programme canadien des matières types homologuées (P.C.M.T.H.) prépare et homologue des échantillons de minerais, de concentrés, de métaux et d'autres matériaux connexes qui seront utilisés comme matières types de composition connue. En 1980, le P.C.M.T.H. a distribué environ 1300 unités de matières types (MT) à différents utilisateurs. Certains modifications majeures de procédé ont vu le jour. Pour la première fois, le CANMET a mis sur pied un programme interne pour l'homologation d'un élément dans un MT. Des contrats subventionnés par le CANMET ont permis d'établir les homogénéités d'un concentré de minerais de fer, MW-1, et d'un minerai de tungstène-molybdène, MP-2.

On a entrepris la préparation d'un échantillon de poussière particulaire, PD-1, provenant de l'Hudson Bay Mining and Smelting Co. Ltd., Flin

Flon (Manitoba), en coopération avec le Centre technique de la pollution de l'air du ministère de l'Environnement du Canada. Un minerai uranium-thorium, DL-1a et un minerai cuivre-cobalt, SU-1a, ont été homologués et sont maintenant disponibles. Un minerai de niobium, OKA-1, a été homologué et mis sur le marché au tout début de 1981.

Le programme inter-laboratoires pour l'homologation de MP-1a, en ce qui concerne le cuivre, le plomb, le zinc, l'argent, l'étain, l'arsenic, le bismuth, l'indium, le molybdène et le tungstène, est en cours; trente laboratoires participent à ce programme. Les travaux d'homologation de DH-1a pour le thorium ont débuté, avec la participation de 12 laboratoires.

Méthodes analytiques - L'objectif de ce projet, en cours actuellement, est de mettre au point et d'améliorer les méthodes analytiques et les installations de laboratoire, principalement pour faciliter les travaux de recherche du CANMET. Le projet vise aussi à assurer la participation du CANMET à divers groupes de travail et à des comités mis sur pied par des organismes nationaux et internationaux, pour recueillir et distribuer l'information en matière de méthodes analytiques courantes.

On a mise au point une méthode spectrophotométrique pour la détermination de teneurs en bore de 0,0001% ou plus dans le fer et dans les aciers fortement et faiblement alliés, ainsi qu'une méthode par absorption atomique pour la détermination de teneurs en aluminium de 0.0005% et plus dans les mêmes produits.

Un méthode directe rapide permet la détermination des teneurs en fluorure et en chlorure dans la jarosite. On étudie actuellement la méthode de production de l'hydrure et de spectrométrie d'absorption atomique à flamme pour la détermination de traces d'arsenic, un élément dangereux pour l'environnement. Des recherches se sont poursuivies sur la normalisation de méthodes de spectrométrie d'absorption atomique pour la détermination des teneurs en éléments d'alliage et en constituants principaux dans les alliages non ferreux.

Une méthode de fluorescence par rayons-X conçue pour des concentrations globales, a été mise au point par la détermination des teneurs en yttrium, en thorium et en terres rares individuelles des minerais et des produits traités.

Un changeur automatique d'échantillons pour le spectromètre alpha a été conçu et construit. Il est intégré électroniquement au système de comptage, ce qui permet le comptage séquentiel automatique de huit échantillons. On a mis sur pied le programme ANS qui permet de produire des feuilles de résultats et des statistiques pour tous les échantillons analysés.

Toxicité des émaux de céramique - L'objectif de ce travail est de déterminer le mécanisme et le taux de libération des éléments toxiques Pb et Cd par des émaux de céramique canadiens usuels. On espère ainsi faciliter la mise au point d'émaux "sûrs" tels que ceux définis dans la Loi sur les produits dangereux. Le travail donne aussi plus de crédibilité à la proposition canadienne d'adopter, au niveau international, les limites prévues par l'Organisation internationale de normalisation (ISO) en matière de spécification des émaux sûrs.

Matières types canadiennes homologuées.

APPLICATION DE LA LOI CANADIENNE SUR LES EXPLOSIFS

Homologation et mise à l'essai

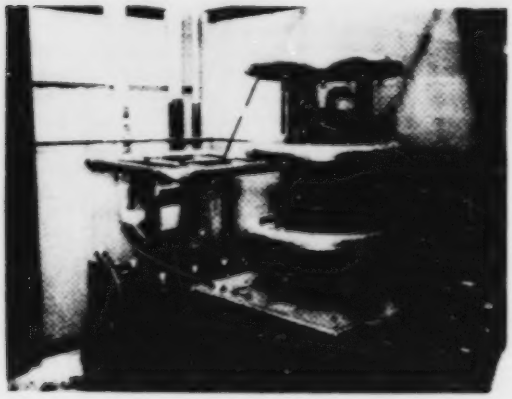
Homologation et conseils techniques - Les objectifs du Laboratoire canadien de recherche sur les explosifs sont les suivants: confirmer la sureté des nouveaux explosifs pour lesquels une demande d'homologation a été enregistrée, dans le cadre de la Loi canadienne sur les explosifs; offrir des conseils techniques sur la fabrication, le stockage et le transport des explosifs; enquêter sur les accidents survenus avec des explosifs ou des substances dangereuses.

Au cours de l'année, on a mis à l'essai environ 302 nouveaux explosifs, ce qui a impliqué l'examen de 2756 échantillons. Les chiffres correspondants, en 1979-80, étaient respectivement de 238 et 2400. Une enquête a eu lieu sur une explosion accidentelle de 3,5 tonnes de poudre sans fumée qui a détruit une installation de séchage à la Valleyfield Chemical Products, le 26 août 1980, tuant deux hommes et blessant mortellement un troisième. Il apparaît certain que la poudre a été enflamée par une décharge d'électricité statique pour laquelle on peut envisager au moins quatre sources possibles. Des mesures préventives ont été suggérées et l'analyse de risque se poursuit.

L'étude des risques d'explosion présentés par des mélanges pyrotechniques, entamée à la suite d'une explosion en 1977, a été étendue. A l'heure actuelle on étudie plus particulièrement les risques d'explosion due à la poussière, dans les usines

C.W. Smith, chercheur, effectue une analyse par rayons-X pour évaluer la teneur de certains minerais en yttrium, thorium et terres rares.

de pièces d'artifice, et les dangers associés à l'allumage des nuages de poussière. Le CANMET a apporté son concours à la mise au point d'un extincteur qui se met en marche 5 millisecondes après l'allumage accidentel d'un mélange pyrotechnique. On a démontré, en particulier, l'efficacité d'une lance à eau dont le fonctionnement est déclenché par une explosion, pour réduire les temps de réponse; on prévoit que ce système réduira considérablement les incendies dans les usines de pièces d'artifice, de propergols et de munitions. Les explosifs sensibles présentent de sérieux dangers d'allumage et d'explosion consécutifs à des chocs accidentels. Une série d'essais complets avec des dispositifs permettant d'évaluer l'impact de projectiles en chute libre a fourni des résultats confus. Pour corriger cela, les recherches futures impliqueront une instrumentation intensive et l'utilisation de dispositifs pouvant accepter des échantillons pesant peut-être jusqu'à 500 grammes.



Générateur de courant continu à 60 kV afin de simuler l'effet d'une décharge d'électricité statique sur des explosifs.

D'autres organismes fédéraux (les ministères des Transports et de la Défense) et le procureur de la Couronne à Whitby (Ontario) ont fait appel à nos services à titre d'experts-conseils techniques. En ce qui concerne les problèmes relatifs à la coopération fédérale-provinciale, on nous avait demandé d'examiner le règlement régissant l'usage dans les mines de charbon des explosifs autorisés. Une étude internationale sur les explosifs sous forme de gel aqueux autorisés est en cours, pour Travail Canada et pour les provinces. Le CANMET a apporté une aide technique pour la conception et les essais de charges creuses devant être utilisées pour couper les boulons de roche dans une opération d'effondrement de toit à Elliot Lake. Nous avons aussi enregistré un certain nombre de demandes d'aide technique de la part de compagnies privées et de citoyens. Une entreprise demandait des conseils concernant la substitution d'un alliage bon marché par bronze de manganèse, pour la fabrication d'un outil permettant de placer des charges séismiques explosives sans faire d'étincelles. Une autre entreprise, qui mettait au point un ingrédient moins dangereux pour des boues explosives nous a demandé de procéder à des essais de performance avec des appareils utilisés pour la normalisation des explosifs. Enfin, on proposa de limiter formellement l'emploi du type d'instruments de vérification des circuits électriques de détonation à certains utilisateurs comme les compagnies minières.

Recherche et développement - On a achevé la première moitié des travaux contractuels portant sur la modélisation de l'allumage et du processus conduisant à l'explosion des boues explosives. La première étape qui comprenait la description de la formation et de la distribution des points chauds consécutifs à un choc de projectile a été étendue à l'étude des effets des variations du pourcentage volumique de l'air dans l'explosif et des rapports solide/liquide. La deuxième étape, qui consiste à adapter le Forest Fire Model à l'ordinateur, pour le calcul, les vitesses de combustion, est en cours. Le modèle est utilisé pour calculer la pression et la température pendant la décomposition des explosifs, après le choc, et avant l'explosion. On a effectué des mesures de la vitesse du son avec la méthode de superposition impulsion-écho. Le grand pouvoir d'atténuation des boues a conduit à la détermination de leur impédance caractéristique et de la vitesse du son dans plusieurs ingrédients. On a aussi mesuré la vitesse du son en fonction de la pression dans des boues explosives simulées. La conductibilité thermique de certains boues explosives a été mesurée par une méthode de sources de chaleur alignées. Les explosifs essayés étant prêts à l'emploi et la méthode étant rapide, sûre et reproductible, on prévoit l'étendre et mesurer la diffusibulité en employant deux sondes placées à une distance déterminée.

CANMET, Industrie et Commerce et Transports Canada ont parrainé de concert un contrat d'étude sur les dangers d'incendie et d'explosion du nitrate d'amonium. Le tout fut coordonné par l'institut canadien des engrais et soutenu par les producteurs de nitrate d'amonium.

INFORMATION SUR LA TECHNOLOGIE DES MINÉRAUX ET DE L'ÉNERGIE

La Division de l'information technologique (D.I.T.) du CANMET, en étroite collaboration avec le personnel de recherche et d'administration, a contribué aux objectifs de la direction en:

(1) choisissant, obtenant et organisant des sources pertinentes d'information nécessaires
   (a) au soutien de la recherche interne
   (b) pour agir à titre de centre national de documentation relative à la technologie des minéraux et de l'énergie;

(2) préparant des résumés et des index exploitables à la machine et portant sur différents aspects de l'exploitation minière, du traitement des minerais, de la métallurgie et de l'énergie, afin de faciliter l'accès à l'information essentielle;

(3) diffusant l'information scientifique et technique relative aux minéraux et à l'énergie;
   (a) en préparant, transcrivant, publiant et distribuant les rapports de recherches réalisées par des scientifiques du CANMET ou des chercheurs du secteur privé travaillant sur des projets parrainés par le CANMET:
   (b) en répondant directement aux demandes d'information et de conseils techniques formulées par des chercheurs et des ingénieurs du gouvernement, des universités et de l'industrie et par le public en général.

Organisation de l'information

Grâce à sa bibliothèque, le CANMET fait partie du réseau national de centres d'information sur la science et la technologie. Il appartient donc au CANMET de mettre à la disposition du public son importante collection de sources d'information relatives à la technologie des minéraux et de l'énergie. Ces sources d'information servent d'abord aux chercheurs du CANMET. Cependant, dans le contexte du réseau national de centres d'information scientifique et technique, ces sources d'information servent aussi à répondre aux besoins de scientifiques, de technologues et d'autres personnes intéressées, partout au Canada.

Au cours du dernier exercice, la bibliothèque a fait l'acquisition de 2820 nouveaux ouvrages de référence, monographies spécialisées, et actes de conférences. De plus, elle a acquis plus de 6070 rapports de recherche sur microfiches. Elle s'est abonnée à 109 nouveaux périodiques, portant ainsi à 2245 le nombre de publications techniques et scientifiques qu'elle reçoit. L'échange de publications avec des organismes similaires du nôtre, au Canada et à l'étranger, continue de s'étendre. La banque d'information technologique contient actuellement 187 500 volumes.

Traitement de l'information

Le service de catalogage et de classification de la bibliothque du CANMET, aidé par le système informatisé de catalogage UTLAS introduit au cours de l'année 1980-81, a traité 2051 nouveaux articles. On s'attend à ce que ce mécanisme de partage de données communes avec d'autres bibliothèques et centres d'information augmente encore la productivité. Le système de partage facilitera aussi les prêts interbibliothèques.

Le fichier d'information technique dans le domaine minier (MINTEC), accessible au publie par l'intermédiaire des systèmes QL depuis juillet 1979, est toujours apprécié. Au cours de l'exercice 80-81, on a enregistré 1500 recherches, par des chercheurs canadiens et étrangers. En tout, on a ajouté 7537 articles, dont environ 6000 qui avaient été préparés avant 1973 et qui n'étaient donc pas sous une forme assimilable par la machine. Les données pour MINTEC et MINPROC (fichier d'information technique dans le domaine du traitement des minéraux) sont actuellement introduites par micro-ordinateur sur disque magnétique, ce qui permettra une communication directe avec les systèmes QL, par l'intermédiaire de DATAPAC. Environ 4500 articles MINPROC sont prêts à être introduits dans la banque de données informatisées. On prévoit que le public aura accès à ce dossier en 1981-82.

L'accès direct à la banque de données sur le charbon (COAL) de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) sera possible en juillet 81 grâce aux efforts conjoints du service d'information technique sur le charbon de l'AIE, du CANMET et de l'ICIST (Institut canadien de l'information scientifique et technologique). L'effort canadien, en ce qui concerne l'accès direct à cette banque de données, constitue une première mondiale. Ce dossier contient actuellement environ 26 000 articles. En 1980-81, la contribution canadienne à la banque de données a été de 378 articles.

Diffusion de l'information

En 1980-81, 503 rapports sur les travaux de recherche et de développement du CANMET ont été préparés. De ce nombre, 69 proviennent de travaux effectués sous contrat à l'extérieur. Le tableau 1 résume les types de rapports produits.

Un société privée continue de distribuer, sous forme d'imprimés ou de microfiches, les rapports qui ne sont pas inclus dans la série de rapports du CANMET distribuée par le ministère canadien des Approvisionnements et Services.

La bibliothèque du CANMET a prêté 18 710 articles à des membres du CANMET et du ministère de l'Energie, des Mines et des Ressources. De plus, 4 050 autres articles ont été prêtés à d'autres bibliothèques (ministère, industrie et universités) par l'intermédiaire du système de prêt entre bibliothèques. Enfin, 48 277 exemplaires de publications ont circulé régulièrement parmi les membres du personnel du CANMET. Parmi d'autres services de diffusion de l'information, mentionnons la publication de 65 courts textes sur les nouvelles techniques, basés sur les banques de données commerciales et 40 basés sur le fichier MINTEC.

La Section d'information technique (SIT) et la bibliothèque du CANMET ont répondu à 2 502 importantes demandes de renseignements relatifs aux domaines de compétence du CANMET. Le tableau 2 contient une ventilation de la demande par domaine et par source. De plus, la SIT a répondu à 2 500 autres demandes, moins importantes, soit lors d'entretiens soit par téléphone. Ces réponses immédiates n'ont pas fait l'objet de rapport.

Bien que la DIT soit l'organe officiel du CANMET pour la collecte et la distribution de l'information, le personnel des laboratoires contribue aussi à l'échange d'information: les réponses qu'ils apportent aux demandes formulées par des collègues ou par d'autres chercheurs, leur participation à l'organisation et à la tenue de conférences, de séminaires et de réunions, leur participation à des comités scientifiques et techniques nationaux et internationaux, donnent une mesure du rôle important qu'ils jouent en matière de distribution de l'information.

En plus de la documentation relative au charbon dont nous avons déjà parlé, le personnel de la DIT, à titre d'agent canadien du service d'information technologique sur le charbon de l'Agence internationale de l'énergie et de la Mining Technology Clearing House (MTCH), a continué à recueillir des informations sur la recherche et le développement du charbon au Canada, de distribuer des publications de l'AIE sur la science et la technologie du charbon aux personnes intéressées au Canada, et à servir d'intermédiaire entre les fournisseurs et les utilisateur d'information sur le charbon.

Tableau 1 - Publications du CANMET selon la catégorie et la source, 1980-81

Catégorie	LSM	LRE	LRM	LRMP	BPR	PRL	PRE	ADM	DIT	Total
Rapports du CANMET	15	4		2	1				4	26
Présentations orales et articles de périodiques	19	28	33	34					3	117
Rapports de divisions	61	23	71	23			7		12	197
Rapports internes	1		7	10						18
Rapports confidentiels	6	42	1	27						76
Rapports à forfait					69					69
Total	102	97	112	96	70		7		19	503

Tableau 2 - Nombres de demandes importantes de renseignements traités par le personnel de la DIT selon le sujet et l'origine, 1980-81

	Du Canada						De l'extérieur du Canada					
	CANMET	Autre, EMR	Autre, gouvernement	Établissements d'enseignement	Industrie	Autre	Gouvernement	Établissements d'enseignement	Industrie	Autre	Total No.	Total %
Mines	185	48	120	136	313	61	18	14	56	19	970	39
Traitement de min.	143	33	64	30	157	29	7	9	23	13	508	20
Métallurgie	136	11	37	13	158	10	4	2	18	7	396	16
Énergie	62	27	98	34	68	59	3	6	14	4	375	15
Charbon	56	23	47	28	41	29	6	6	14	3	253	10
Totaux: No.	582	142	336	241	737	188	38	37	125	46	2502	
%	23	6	15	10	29	8	1	1	5	2		100
Total du Canada											2526	91
Total de l'extérieur du Canada											246	9

ANNEXE A

PERSONNEL PROFESSIONEL DU CANMET

BUREAU DU DIRECTEUR GÉNÉRAL

W.G. Jeffery;* B.SC., M.SC (Leeds); Ph.D. (McGill); Directeur général
D.F. Coates;** B.Eng., M.Eng., Ph.D. (McGill), B.A., M.A. (Oxford); D.Sc. (h.c.) (Carleton); F.R.S.C.; Directeur général
V.A. Haw; B.Sc., M.Sc. (Queen's); Sous-directeur Général

BUREAU DES PROGRAMMES DE RECHERCHE

V.A. Haw; B.Sc., M.Sc. (Queen's); Directeur, Programme de recherche sur les minéraux (PRM)
D.A. Reeve; B.Sc., Ph.D. (Birmingham); Directeur, Programme de recherche sur l'énergie (PRE)
D.J. MacKinnon; Ph.D. (Ottawa); Directeur-adjoint, Traitement (PRM)
R.J.R. Welwood; B.Sc., (Queen's); Directeur-adjoint, Exploitation minière et approvissionnement (PRM)
W.N. Roberts; Ph.D. (Leeds); Directeur-adjoint, Utilisation (PRM)
G.S. Bartlett; B.Sc., B.A. (Memorial); Économiste
R. Thomson, B.Sc., ARCST, Ph.D. (Glasgow); Directeur, Utilisation et Matériaux
H. Sawatzky; B.S.A., M.S.A., Ph.D. (Toronto); Directeur-adjoint, Traitement

DIVISION DE L'INFORMATION TECHNOLOGIQUE

J.E. Kanasy; B.Sc., B.A. (Windsor), M.A. (Michigan), Ph.D. (Pittsburgh); Chef de la Division

BIBLIOTHÈQUE

G. Peckham; B.A., B.L.S. (McGill); Bibliothécaire en chef
J. Ho; B.A., B.L.S. (Ottawa); Bibliothécaire
K. Nagy; B.Sc., B.L.S. (McGill); Bibliothécaire
I. Weniger; B.A., M.L.S. (Western Ontario) Bibliothécaire

RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES

P.G. Sutterlin; B.Sc. (McMaster), Ph.D. (Northwestern); Chef de section
G.M. Blondeau, B.A. (Queen's), M.A. (Guelph); Rédacteur de résumés sur les mines
C.F. Dixon; B.Eng., (N.S.T.C.), P.Eng.; Agent d'information sur la métallurgie
L.G. Hicks; B.Sc. (Memorial), B.Sc. (Queen's); Agent d'information sur l'exploitation minière
A.A. Ignatow; B.Sc., M.Sc. (McGill); Agent d'information sur le traitement des minéraux
A.L. Job;* A.C.S.M. (Eng.), C.Eng.; Agent d'information sur l'exploitation minière
T.J. Patel; B.Sc. (Oregon State), M.Sc. (Washington State); Rédacteur de résumés sur le traitement des minéraux
B.E. Lawton; B.Sc. (Queen's), P.Eng.; Agent d'information sur le charbon
R.J.C. MacDonald; B.Sc. (St. Francis Xavier); Agent d'information sur le traitement
I. Slowikowski;** M.A. (Ottawa), D.D.S. (Beirut); Spéc. en tech. de l'Europe de l'Est
G.W. Taylor; B.Sc. (Queen's); Agent d'information sur l'énergie

PUBLICATIONS

C. Mamen; B.Eng. (McGill); Eng.; Chef de Section, Rédacteur
J. Collins-DeCotret; B.Com. (Ottawa); Rédactrice-adjointe (français)

DIVISION DES SERVICES TECHNIQUES

E.K. Swimmings; B.Sc. (Queen's), P.Eng.; Chef de la Division
D.M. Norman; M.I. Mech. Eng. Borough Polytechnique (U.K.); Ingénieur

LABORATOIRES DE RECHERCHE ÉNERGÉTIQUE

B.I. Parsons; B.Sc., Ph.D. (McGill), D.Phil. (Oxford); Directeur

*Nommé 01/05/81
**Détaché à Science et Technologie 09/01/80

*Retraité 09/05/80
**Retraité 29/12/80

LABORATOIRE CANADIEN DE RECHERCHE SUR LA COMBUSTION

G.K. Lee; B.Sc. (Queen's), P.Eng., C. Eng.; Gestionnaire

TECHNOLOGIE DES ÉNERGIES NOUVELLES

F.D. Friedrich; B.Sc. (Saskatchewan), M.Sc. (Queen's), P.Eng.; Cher. Sci.
E.J. Anthony; B.Sc., Ph.D. (Swansea), C.Chem.; Cher. Sci.
D.L. Desai; B.E. (Sardar Patel), M.Eng. (Ottawa); Ingénieur

COMBUSTION CLASSIQUE DU CHARBON

H. Whaley; B.Sc., Ph.D. (Sheffield), P.Eng., C.Eng.; Cher. Sci.
G.N. Banks; B.A. (Colombie-Britannique); Cher. Sci.
R.G. Fouhse; B.Sc. (Saskatchewan), P.Eng.; Ingénieur

CONSERVATION DE L'ÉNERGIE ET ÉNERGIE RENOUVELABLE

A.C.S. Hayden; B.Eng., M.Eng. (Carleton), P.Eng.; Cher. Sci.
R.W. Braaten; B.Eng. (Carleton), P.Eng.; Ingénieur
N.S.H. Stover; B.Sc. (Western Ontario); Ingénieur

CONCEPTION TECHNIQUE ET CONTRÔLE DU PROJET

S.I. Steindl; Dipl. Eng. (Budapest), M.Sc. (Queen's), P.Eng.; Ingénieur

ASSURANCE DE LA QUALITÉ

R. Prokopuk; B.Sc. (Alberta); Chimiste

LABORATOIRE DES RESSOURCES ET DE LA TRANSFORMATION DU CHARBON

T.D. Brown; B.Sc. (Durham), Ph.D. (Sheffield), C.Eng.; Gérant

SERVICE D'ANALYSE ET D'ÉVALUATION

Analyse et normalisation

W.J. Montgomery; B.S.A. (Toronto); Cher. Sci. Phys.
L.C.G. Janke; B.Sc. (Wilfrid Laurier), B.Ed. (Queen's); Cher. Sci. Phys.
J.Z. Skulski; Chem. Eng. (Wroclaw, Pologne); Chimiste

Traitement de charbon

T.A. Lloyd; B.Sc. (Carleton); Cher. Sci. Phys.

Pétrographie du charbon

J.G. Jorgensen; B.Sc. (Carleton); Cher. Sci. Phys.

RESSOURCES DE CHARBON ET DE TOURBE

T.E. Tibbetts; B.Sc., B.Ed. (Dalhousie); Cher. Sci.
D.K. Faurschou; B.A.Sc. (Toronto); Cher. Sci.
J.R. Donaldson; B.A. (Acadia); Cher. Sci. Phys.

Laboratoire d'évaluation - Sydney (N.-É.)

G.W. Bonnell; B.Sc. (Dalhousie); Chimiste

RECHERCHES DE NOUVEAUX PROCÉDÉS

C.J. Adams; B.Sc., M.Sc. (McGill), Ph.D. (McMaster), P.Eng.; Cher. Sci.
M. Skubnik; B.Eng., M.Eng. (Bratislava, Tchéc.); Cher. Sci
I. Lau; B.Sc. (Taiwan), M.A.Sc. (Ottawa); Ingénieur
B.J.P. Whalley; B.Sc., Ph.D. (McGill); Cher. Sci.

CONSTITUTION DU CHARBON ET DU COKE

B.N. Nandi; B.Sc., M.Sc. (Calcutta), Dr. Ing.; Cher. Sci.
J.A. MacPhee; B.Sc. (St. Francis Xavier), Ph.D. (Colombie-Britannique); Cher. Sci. Phys.
L. Ciavaglia; B.Eng. (Carleton); Cher. Sci. Phys.

RECHERCHE SUR LA CARBONISATION

J.T. Price; B.Sc., M.Sc. (Calgary), Ph.D. (Western, Ontario); Cher. Sci.
J.F. Grandsen; B.Sc. (London), A.R.S.M., Ph.D. (Western Ontario); Cher. Sci.
V. Marwaha; B.Sc., (Punjab), M.A.Sc. (Windsor); Ingénieur

RECHERCHE SUR LA GAZÉIFICATION

G.V. Sirianni; B.Sc. (Ottawa); Cher. Sci.
R.A. Campbell;* B.Sc., M.Sc. (Queen's); Cher. Sci.
D.P.C. Fung; B.Sc. (Colombie-Britannique), Ph.D. (Windsor); Cher. Sci.
G.N. Banks; B.A. (Colombie-Britannique); Cher. Sci.

LABORATOIRE DE RECHERCHE SUR LES COMBUSTIBLES SYNTHÉTIQUES

J.M. Denis; B.A.Sc. (Ottawa), P.Eng.; Gestionnaire
R. Ranganathan; B.E. (Annamalai, Inde), M.E. (Indian Inst. Sci.), Ph.D. (Saskatchewan); Cher. Sci.
R.B. Logie; B.Sc. (Nouveau-Brunswick), P.Eng.; Ingénieur
C.P. Khulbe; B.Sc., M.Sc. (Agra, Inde), M.A.Sc., Ph.D. (Ottawa); Cher. Sci.
D.J. Patmore; B.Sc. (Bristol), Ph.D. (Alberta); Cher. Sci.
K. Belinko; B.Sc. Ph.D. (Carleton); Cher. Sci.
J. Tscheng; B.Sc. (Taiwan), M.Sc. (W. Virginia), Ph.D. (Colombie-Britannique); Cher. Sci.
T. de Bruijn; B.Sc., Ph.D. (University of Technology, Delft); BPD

RECHERCHE CATALYTIQUE

M. Ternan; B.A.Sc. (Colombie-Britannique), Ph.D. (McGill), P.Eng; Cher. Sci.
J.F. Kriz; Dipl. Eng. (Prague), Ph.D. (Dalhousie), P.Eng.; Cher. Sci.
J.R. Brown; B.Sc., Ph.D. (Western Ontario); Cher. Sci.

*Retraité 05/12/80

LIQUÉFACTION DE CHARBON

J.F. Kelly; B.Eng., Ph.D. (McGill), P.Eng.; Cher. Sci.
S. Fouda; B.Eng., (Le Caire), Ph.D. (Waterloo); Cher. Sci.

RECHERCHE SUR LES SUBSTANCES BITUMINEUSES

A.E. George; B.Sc., Ph.D. (Le Caire); Cher. Sci.
M.A. Poirier; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Montréal); Cher. Sci.
S.M. Ahmed; B.Sc., M.Sc. (Osmania, Inde); Chimiste
J.E. Beshai; B.Sc. (McMaster); Chimiste

SECTION ANALYTIQUE

E. Furimsky; Dipl. Eng. (Prague), Ph.D. (Ottawa); Chimiste
D.M. Clugston; B.Sc., Ph.D. (McMaster); Chimiste
L. Vancea; B.Sc., (Cluj), Ph.D. (Alberta); Chimiste

MISE AU POINT DE L'ÉQUIPEMENT

L.P. Mysak; B.A.Sc. (Ottawa), P.Eng.; Ingénieur

LABORATOIRE DE RECHERCHE DE L'OUEST (EDMONTON)

W.R. Leeder; B.Sc., Ph.D. (Colombie-Britannique); Gestionnaire
J.L. Picard; B.Sc. (Alberta); Cher. Sci. Phys.

ENRICHISSEMENT DU CHARBON

M.W. Mikhail; B.Sc. (Assiut), M.Sc. (Alberta), P.Eng.; Ingénieur
L.C. Bird; B.Sc. (Alberta); Ingénieur

CARBONISATION

A.B. Fung; B.Sc. (Waterloo), P.Eng.; Ingénieur

COLLOÏDES ET SCIENCE DES SURFACES

H.A. Hamza; B.Sc. (Le Caire), Ph.D. (Newcastle-on-Tyne); Cher. Sci.
A.R. Gélot; Ph.D. (Bordeaux); BPD
N.E. Andersen; B.Sc. (Alberta); Cher. Sci. Phys.
K.A. Hashmi; B.Sc. (Alberta); Ingénieur

LABORATOIRES DE RECHERCHE MINIÈRE

T.S. Cochrane; B.A.Sc., M.Sc. (Washington); P.Eng.; Directeur

LABORATOIRE DE LA MÉCANIQUE DES ROCHES

G.E. Larocque; B.Sc. (Carleton); Gestionnaire
A. Boyer; B.Sc. (Montréal); Cher. Sci. Phys.
R. Boyle; B.Sc. (Ottawa); Comp. Sci. Informaticien
A. Fustos; B.S.F./F.E., B.Sc. (Colombie-Britannique); P.Eng.; Ingénieur
L. Geller; Dipl. Mech. Eng. (Budapest); B.Sc. (Eng.) (London), M.A.Sc. (Toronto); Cher. Sci. Phys.
M. Gyenge; Dipl. Eng. (Budapest), P.Eng.; Cher. Sci.
R.L. Sabourin; B.Sc., M.Eng. (École Polytechnique) P.Eng. Ingénieur
N.A. Toews; B.Sc. (Queen's); Cher. Sci.
Y.S. Yu; B.Sci., M.Eng. (McGill); Cher. Sci.
D.F. Walsh; B.Sc. (Memorial), Cher. Sci. Phys.
A.S. Wong; B.Sc. (National Taiwan University), M.Sc. (Ottawa); Cher. Sci. Phys.
A.B. Annor; B.A.Sc. (Ottawa); P.Eng.; Cher. Sci. Phys.
R. Jackson; B.A.Sc. (Waterloo); Cher. Sci. Phys.
J. Pathak; B.E., M.Eng. (Sager, Inde); Ph.D. (Freiberg, Allemagne); Ingénieur

LABORATOIRE D'ELLIOT LAKE

R.O. Tervo; B.A.Sc. (Toronto), Ph.D. (Bradford), P.Eng.; Gestionnaire
J. Bigu; M.Sc. (Barcelone), Ph.D.; Cher. Sci.
V. deKorompay; Dipl. Min. Eng. (Hongrie); Cher. Sci. Phys.
M. Gangal; B.Sc. (Agra, Inde), M.Sc. (Rokee, Inde & McGill), Ph.D. (Calgary); Cher. Sci.
D.G.F. Hedley; B.Sc., Ph.D. (Newcastle), P.Eng. Cher. Sci.
B. Kirk; B.Sc., (Waterloo); Cher. Sci. Phys.
G. Knight; B.Sc. (Birbeck, London); Cher. Sci.
B. Muir; B.Sc. (Queen's); Cher. Sci. Phys.
D.R. Murray; B.A.Sc. (McDonald College); Cher. Sci. Phys.
M. Savich; Dipl. Min. Eng. (Ljobljan, Yougoslavie), B.Eng., M.Eng. (McGill); Cher. Sci.
N.K. Davé; B.Sc., (Rajastman, Inde), Ph.D. (Queen's) BPD
M. Grenier; B.Sc. (Laurentian); Cher. Sci. Phys.
T.P. Lim; B.Sc. (Ottawa); Cher. Sci. Phys.

LABORATOIRE CANADIEN DE RECHERCHE SUR LES EXPLOSIFS

J.A. Darling; B.A. (Queen's); Gestionnaire
K.C. Cheng; B.Sc., M.Eng. (Tainan Chen-Kung, Taiwan); Ingénieur
E. Contestabile; B.Sc. (Carleton); Cher. Sci. Phys.
K.K. Feng; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Iowa); Cher. Sci.
R.R. Vandebeek; B.Sc., M.Sc. (Carleton); Chimiste
C.A. Vary; B.Sc. (Ottawa); Agent technique
P. Lee; B.Sc. (Hong Kong Baptist); Chimiste

BUREAU DE L'OUEST, CALGARY

G. Zahary; B.Sc., M.Eng. (McGill); P.Eng.; Gestionnaire
R.N. Chakravorty; B.Che., (Jadavpur, Inde), Ph.D. (Nottingham); Cher. Sci. B.Das; B.ME (École des mines, Inde), Ph.D. (Univ. Tech. des mines, Tchécoslovaquie); Ingénieur
M.Y. Fisekci; Dipl. Eng., M.Eng., Ph.D. (Sheffield); Cher. Sci.
A.S. Romaniuk; B.Sc. (Queen's); P.Eng.; Cher. Sci. Phys.
V. Srajer; M.A.Sc. (Exploitation minière) (Univ. des sciences appliquées, Tchécoslovaquie); Ingénieur

LABORATOIRE CANADIEN DES ATMOSPHÈRES EXPLOSIVES

J.A. Bossert; B.Sc. (Queen's); Gestionnaire
E.D. Dainty; B.Sc., M.Sc., (Toronto) P.Eng.; Cher. Sci.

G. Lobay; B.Sc., (Manitoba); Ingénieur
P. Mogan; B.A.Sc. (Toronto), P.Eng.; Cher. Sci.
N. Sarin; Dipl. (Mech. & Auto Eng.) (Oxford College of Technology), B.A.Sc. Mech. Eng. (Waterloo); Ingénieur
S. Silver; B.Sc., (Manitoba); Cher. Sci.
K. Katsuyama; B.Eng., M.Eng., Ph.D. (Kioto, Japon); BPD
J. Szymanski; B.Sc., M.Sc. (M.Eng.), M.Sc. (Mech. Eng.), Ph.D. (Mech. Eng.) (Wroclaw, Pologne); BPD

LABORATOIRES DES SCIENCES MINÉRALES

W.A. Gow; B.A.Sc. (Toronto); Directeur
E.G. Joe; B.Sc. (Queen's); Cher. Sci. Phys.

LABORATOIRE DE CHIMIE

R.G. Sabourin; B.Sc. (Ottawa); Gestionnaire
C.H. McMaster; B.Sc., M.Sc. (Queen's); Gestionnaire adjoint

MÉTAUX ET ALLIAGES

D.J. Barkley; B.Sc. (Carleton); Chimiste
E.H. MacEachern; B.Sc. (Mount Allison); Chimiste
A.L. Letendre; B.Sc. (Sherbrooke); Chimiste

MINERAIS ET ANALYSE PYROGNOSTIQUE

J.C. Hole; B.A. (Toronto); Chimiste
R.R. Craig; B.Sc. (Glasgow); Chimiste

RAYONNEMENT ET PHYSIQUE DES MINÉRAUX

M.G. Townsend; B.Sc., Ph.D. (Southampton); Cher. Sci.
A. Leclerc; B.Sc., Ph.D. (Ottawa); Cher. Sci.

CHIMIE DES SOLUTIONS

R.J. Guest; B.Sc. (Acadia); Cher. Sci.
G.A. Hunt; B.Sc. (Carleton); Chimiste
J.E. Atkinson; B.A. (Queen's); Chimiste
A.D. King; B.Sc. (Colombie-Britannique); Chimiste

SPECTROCHIMIE

G.L. Mason; A. Metallurgy (Sheffield); Chimiste
J.L. Dalton; B.S., M.Eng. (Carleton); Chimiste
C.W. Smith; M.Sc., Ph.D. (Queen's); Chimiste
T.R. Churchill; B.Sc. (Western Ontario); Chimiste
R.E. Horton; B.Sc. (Carleton); Chimiste

ANALYSES SPÉCIALES

A. Hitchen; B.Sc. (McMaster); Chimiste
B. Nebesar; M.Sc. (McGill); Cher. Sci.
M.E. Leaver; B.Sc. (Queen's); Chimiste

PROJETS SPÉCIAUX

(Recherche, méthodes standard et matériaux de référence)
E.M. Donaldson; B.Sc. (Manitoba); Cher. Sci.
E. Mark; B.A. (Toronto); Chimiste
H.F. Steger; B.Sc., Ph.D. (McMaster); Chimiste

MÉTALLURGIE EXTRACTIVE

M.C. Campbell; B.Sc. (St. Francis Xavier), B.Eng. (N.S.T.C.), D.I.C., M.Sc. (London), P.Eng.; Gestionnaire

GÉNIE ET ÉVALUATION

W.J. Craigen; B.Sc. (Queen's); Cher. Sci. Phys.
F.J. Kelly; B.Eng. (N.S.T.C.); Cher. Sci.
J. Palmer; B.Sc. (Aberdeen), P.Eng.; Ingénieur
W.S. Wong; B.Eng. (McMaster), P.Eng.; Ingénieur

CHIMIE MÉTALLURGIQUE

J.E. Dutrizac; B.A.Sc., M.A.Sc., Ph.D. (Toronto); Cher. Sci.
D.J. MacKinnon; M.A., Ph.D. (Ottawa); Cher. Sci.
P. Pint; B.A.Sc., M.A.Sc., Ph.D. (Toronto); Cher. Sci.
K. Bartels; B.Sc. (Carleton); Chimiste
E. Rolia; B.A. (Colombie-Britannique); Chimiste
O. Dinardo; B.Sc. (Carleton); Cher. Sci. Phys.

CHIMIE PHYSIQUE

A.H. Webster; B.A., M.A., Ph.D. (Colombie-Britannique); Cher. Sci.
S.M. Ahmed; B.Sc., Ph.D. (Saskatchewan); Cher. Sci.
R.F. Pilgrim; B.Sc. (Queen's); Cher. Sci.
R. Sutarno; B.E., Ph.D. (N.S.T.C.), P.Eng.; Cher. Sci.
S.A. Mikhail; B.Sc., Ph.D. (Le Caire); Dr. Eng. (Norvège); Cher. Sci.
L.G. Ripley; B.Sc., M.A. (Queen's); Cher. Sci.
V.H.E. Rolko; B.Sc. (Manitoba); Chimiste

MÉTALLURGIE DES PROCÉDÉS

G.M. Ritcey; B.Sc. (Dalhousie); Cher. Sci.
B.H. Lucas; B.Sc. (Queen's), P.Eng.; Cher. Sci.
A.J. Gilmore; B.Sc. (Manitoba); Cher. Sci.
K.E. Haque; M.Sc., Ph.D. (Ottawa); Cher. Sci.
V.N. Saleh; B.A.Sc. (Ottawa); Ingénieur
C. Hamer; B.E. (N.S.T.C.), M.Sc. (Queen's) P.Eng.; Cher. Sci.
H.W. Parsons; B.Sc. (Alberta); Cher. Sci.
V.M. McNamara; B.Sc., B.Eng., M.A.Sc. (Toronto), P.Eng.; Cher. Sci.
J.M. Skeaff; B.A.Sc., M.A.Sc., Ph.D. (Toronto); Cher. Sci.
A. Jongejan; Geol. Can. Drs. (Amsterdam), Ph.D.; Cher. Sci.
M. Silver; B.Sc., M.Sc. (Manitoba); Ph.D. (Syracuse); Cher. Sci.

LABORATOIRE DU TRAITEMENT DES MINÉRAUX

G.W. Riley; A.C.S.M. (Camborne School of Mines), P.Eng., Gestionnaire

CÉRAMIQUES

K.E. Bell; B.E. (Saskatchewan), P.Eng.; Cher. Sci.
V.V. Mirkovich; Ph.D. (Toronto); Cher. Sci.
D.H.H. Quon; B.Sc. (National Sun Yat Sen U.), M.Sc. (Ohio State), Ph.D. (Michigan); Cher. Sci.
T.A. Wheat; Ph.D. (Leeds); Cher. Sci.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

V.M. Malhotra; B.Sc., B.E. (Australie de l'Ouest); Cher. Sci.
H.S. Wilson; B.E. (Saskatchewan); Cher. Sci.
G.G. Carette; B.Sc. (Laval); Ingénieur

STRUCTURE CRISTALLINE

J.T. Szymanski; B.Sc., Ph.D. (London); Cher. Sci.
J.F. Rowland; B.Sc., M.Sc. (Queen's); Cher. Sci.

MINÉRALURGIE

L.L. Sirois; B.A., B.Eng., M.Eng. (McGill); P.Eng.; Cher. Sci.
G.I. Mathieu; B.A., B.Sc. (Laval); Cher. Sci.
D. Raicevic; B.Sc. (Belgrade); Cher. Sci.
A.I. Stemerowicz; B.Sc. (Queen's); P.Eng.; Cher. Sci.
D. Laguitton; Chem. Eng. (Rennes), D.Sc. (Laval); Cher. Sci.
K.S. Moon; B.Sc., M.Eng. (Seoul National U.); M.A.Sc., M.Eng. (Colombie-Britannique), Ph.D. (Californie); Cher. Sci.
J.H.C. Leung; B.Sc. (Taiwan), M.Sc. (Waterloo); Cher. Sci. Phys.
J.M.D. Wilson; B.Sc., M.A.Sc. (Queen's); Cher. Sci. Phys.
W.H. Cameron; B.Sc. (Queen's); Cher. Sci. Phys.

MINÉRALOGIE

R.M. Buchanan; B.A., M.A. (Toronto); Cher. Sci. Phys.
L.J. Cabri; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (McGill); Cher. Sci.
J.L. Jambor; B.A., M.Sc., Ph.D. (Carleton); Cher. Sci.
D.C. Harris; B.Sc., M.A., Ph.D. (Toronto); Cher. Sci.
W. Petruk; B.Eng., M.Sc., Ph.D. (McGill); Cher. Sci.
T.T. Chen; B.Sc. M.Sc., Ph.D. (McGill); Cher. Sci.
J.A. Soles; B.A.Sc., M.A.Sc. (Colombie-Britannique), Ph.D. (McGill); P.Eng.; Cher. Sci. Phys.
M.R. Hughson; B.A. (Western Ontario); Cher. Sci. Phys.
R.S. Dean; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (McGill); Cher. Sci.

MINÉRAUX NON MÉTALLIQUES ET RÉSIDUELS

R.K. Collings; B.E. (N.S.T.C.), P.Eng.; Cher. Sci.
S.S.B. Wang; B.Sc. (Hong Kong Baptist); M.Sc. (Californie), Ph.D. (Toronto); Cher. Sci. Phys.
A.A. Winer; B.A.Sc. (Toronto), P.Eng., Cher. Sci.

CHERCHEURS INVITÉS

A. Ahmed; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Nouveau-Brunswick)
R. McMillan; Ph.D. (Colombie-Britannique)
R.M. Morrison; Ph.D. (Colombie-Britannique)

LABORATOIRES DE RECHERCHE EN MÉTALLURGIE PHYSIQUE

W.H. Erickson; B.Sc., M.Sc. (Mich. Tech); Ph.D. (Durham), P.Eng.; Directeur

LABORATOIRE DU TRAITEMENT DES MÉTAUX

J.T. Jubb; B.A.Sc., Ph.D. (Toronto); Gestionnaire

FONDERIE

R.K. Buhr; B.Eng. (McGill); Cher. Sci.
K.G. Davis; B.Sc., M.A.Sc., Ph.D. (Colombie-Britannique); Cher. Sci.
J.L. Dion; B.A.Sc. (Montréal), P.Eng.; Cher. Sci. Phys.
B. Lagowski; B.Sc., M.Sc. Polish Univ. (Londres); Cher. Sci.
E.I. Szabo; M.Sc., Ph.D. (Nottingham); Cher. Sci.
R.D. Warda; B.A.Sc., (Colombie-Britannique), Ph.D. (Cambridge); Cher. Sci.
L. Whiting; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (McGill), MBA (Ottawa); Cher. Sci.

FAÇONNAGE DES MÉTAUX

A.F. Crawley; B.Sc., Ph.D. (Glasgow); Cher. Sci.
W.A. Pollard; B.Sc., A.R.S.M. (Londres), P.Eng.; Cher. Sci.
G.E. Ruddle; B.A.Sc., M.Sc. (Waterloo), D.Sc. (Virginie), P.Eng.; Cher. Sci.

ESSAIS NON-DESTRUCTIFS

V.L. Caron; B.A.Sc. (Laval), M.Eng. (Paris) P.Eng.; Cher. Sci. Phys.

SOUDAGE

J.T. McGrath; B.A.Sc., M.A.Sc., Ph.D. (Toronto), P.Eng.; Cher. Sci.
Z. Paley; B.Sc., M.Sc. (Halifax), Ph.D. (McGill); Cher. Sci.
R.D. McDonald; B.Sc. (Queen's), P.Eng.; Cher. Sci.

LABORATOIRE DU DÉVELOPPEMENT DES MÉTAUX

D.W.G. White; S.M., Sc.D. (M.I.T.), P.Eng.; Gérant

CORROSION

G.J. Biefer; B.Sc., Ph.D. (McGill); Cher. Sci.
R.J. Brigham; B.Sc., Ph.D. (McGill); Cher. Sci.
D.C. Briggs; B.Eng., M.Eng. (McGill), Ph.D. (Queen's); Cher. Sci.
J.B. Gilmour; B.Sc. (Queen's), Ph.D. (McMaster) P.Eng.; Cher. Sci.
G.R. Hoey; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Toronto); Cher. Sci.
A.W. Lui; B.Sc., M.A.Sc., Ph.D. (Windsor); Cher. Sci.
W.R. Revie; B.Eng. (McGill), M.Eng. (R.P.I.), Ph.D. (M.I.T.); Cher. Sci.
J.C. Saiddington; Chem. Eng., M.A.Sc. (Toronto); Cher. Sci.
V.S. Sastri; B.Sc., M.A., Ph.D. (New York); Cher. Sci.

GÉNIE ET MÉTALLURGIE PHYSIQUE

A.J. Williams*; B.Sc., M.Sc., Ph.D. (Birmingham), P.Eng.; Cher. Sci.
L.P. Trudeau**; B.A.Sc.., M.S. (Toronto); Cher. Sci.

*Retraité 19/09/80
**Retraité 17/10/81

O. Vosikovsky; B.A.Sc., Ph.D. (Prague); Cher. Sci.
K.C. Wang; B.A.Sc., Ph.D. (Rensselaer); Cher. Sci.
P.J. Todkill; B.A.Sc. (Toronto); Ingénieur
J. Harbec; B.Eng. (McGill), P.Eng.; Cher. Sci. Phys.
E.J. Cousineau; B.Sc. (Carleton); Phys. Sci.
K.S. Milliken; B.Sc. (Queen's); Cher. Sci.
C.M. Mitchell; B.A.Sc., M.A.Sc., Ph.D. (Toronto); Cher. Sci.
J. Ng-Yelim; B.A. (Carleton), B.Sc. (Ottawa); Cher. Sci. Phys.
R.H. Packwood; B.Sc., Ph.D. (Birmingham); Cher. Sci.
W.R. Tyson; B.A.Sc. (Toronto), Ph.D. (Cambridge); Cher. Sci.

MÉTALLURGIE

J.D. Boyd; B.A.Sc. (Toronto), Ph.D. (Cambridge); Cher. Sci.
D.M. Fegredo; B.Sc., M.Sc., Dipl., I.I.Sc., Ph.D. (Sheffield), A.I.M.; Cher. Sci.
M.J. Godden; B.Met., Ph.D. (Sheffield); Cher. Sci.
R.F. Knight; B.Sc., M.Sc. (Queen's); Cher. Sci.
A. Couture; B.A., B.A.Sc. (Laval), P.Eng.; Cher. Sci.
M. Sahoo; B.Sc., B.E. (I.I.Sc., Bangalore) Ph.D. (Colombie-Britannique), P.Eng.; Cher. Sci.
M.J. Lavigne; B.A., B.A.Sc., Ph.D. (Laval); Cher. Sci.
D.E. Parsons; B.A.Sc. (Toronto); Cher. Sci.
M.T. Shehata, B.Eng. (Le Caire), Ph.D. (McMaster); Cher. Sci.

PERSONNEL DE CANMET AU 31 MARS 1981

Division	Professionnels	Non-professionnels	Total
Administration et Services centraux	4	88	92
Bureau des programmes de recherche	9	8	14
Laboratoires de recherche énergétique	57	78	135
Laboratoires de recherche minière	45	36	81
Laboratoires des sciences minérales	82	87	169
Laboratoires de recherche en métallurgie physique ...	46	74	120
Division de l'information technologique	12	23	35
Totaux	255	394	646

ANNEXE B

REPRÉSENTATION DU CANMET AUX COMITÉS TECHNIQUES 1980-81

INTERNATIONAL

BRITISH FLAME RESEARCH COMMITTEE (membre) ..... G.K. Lee (LRE)

CANADA/JAPAN COAL LIQUEFACTION COORDINATING COMMITTEE

Programme d'essais sur la liquéfaction du charbon ..... J.F. Kelly (LRE) (secrétaire)

FUEL (London) (Rédacteur régional pour la région Est) ..... A.E. George (LRE)

INSTITUTE OF BRIQUETTING AND AGGLOMERATION

Comité exécutif (membre) ..... T.E. Tibbetts (LRE)
Comité des procès-verbaux (membre) ..... T.E. Tibbetts (LRE)
Comité des programmes et des communications (membre) ..... T.E. Tibbetts (LRE)

COMITÉ INTERNATIONAL DE PÉTROGRAPHIE DES CHARBONS
(membre actif) ..... B.N. Nandi (LRE)

Pétrographie des sédiments organiques (membre) ..... B.N. Nandi (LRE)
Sous-comité des applications industrielle de la pétrologie du charbon (membre) ..... B.N. Nandi (LRE)

COMITÉ INTERNATIONAL DE LA RECHERCHE CHARBONNIÈRE (membre) ..... D.A. Reeve (BPR)

COMITÉ INTERNATIONAL DE LA TECHNOLOGIE DE L'EXTRACTION
PAR SOLVENT (membre) ..... G.M. Ritcey (LSM)

INTERNATIONAL CONFERENCE ON STRENGTH OF METALS AND ALLOYS

Comité organisateur (membre) ..... W.K. Tyson (LRMP)

INTERNATIONAL CONFERENCE ON THERMAL CONDUCTIVITY
(directeur) ..... V.V. Mirkovich (LSM)

COMMISSION INTERNATIONALE ELECTROTECHNIQUE

Comité 31, Appareils électriques employés dans les atmosphères explosives (président) ..... J.A. Bossert (LRM)
Sous-comité 31-A, Enceintes à l'épreuve de feu (président) . J.A. Bossert (LRM)

ABRÉVIATIONS:

BDG Bureau du Directeur général
LRE Laboratoires de recherche énergétique
LRM Laboratoires de recherche minière
LSM Laboratoires des sciences minérales
LRMP Laboratoires de recherche en métallurgie physique
BPR Bureau des programmes de recherche
DIT Division de l'information technologique

AGENCE INTERNATIONALE SUR L'ÉNERGIE

Services sur le charbon
Technologie minière
Comité exécutif (membre) ..... D.A. Reeve (BPR)
Service d'information technique
Comité exécutif (membre) ..... D.A. Reeve (BPR)
Comité technique (membre) ..... J.E. Kanasy (DIT)
Accord sur les mélanges charbon-pétrole ..... H. Whaley (LRE)
Accord sur la combustion en lit fluidisé à pression atmosphérique ..... F.D. Friedrich (LRE)
Annexe VI (Electrolyse photocatalytique), Programme de recherche et de développment sur la production de l'hydrogène à partir de l'eau (Répresentant technique canadien) ..... S.M. Ahmed (LSM)

FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE L'AUTOMATIQUE, COLLOQUE SUR L'AUTOMATION DANS L'EXPLOITATION MINIÈRE ET DANS LE TRAITEMENT DES MINÉRAUX ET DES MÉTAUX.

Comité organisateur (membre) ..... L.L. Sirois (LSM)

INTERNATIONAL FLAME RESEARCH FOUNDATION

Groupe de travail sur l'aérodynamique (membre) ..... H. Whaley (LRE)
Groupe de travail sur la chimie des flammes (membre) ..... E.J. Anthony (LRE)

INSTITUT INTERNATIONAL DE SOUDURE

Conseil canadien (vice-président) ..... J.T. McGrath (LRMP)
Commission X, Contrainte résiduelle, rupture fragile (président) ..... J.T. McGrath (LRMP)

INTERNATIONAL JOURNAL OF HYDROMETALLURGY (Rédacteur) ..... G.M. Ritcey (LSM)

Conseil de rédaction (membres) ..... D.J. MacKinnon (LSM)
..... G.M. Ritcey (LSM)

INTERNATIONAL JOURNAL OF PRESSURE VESSEL AND PIPING

Conseil de rédaction (membre) ..... J.T. McGrath (LRMP)

INTERNATIONAL MINERAL PROCESSING CONGRESS (14ième) (1982)
Comité scientifique international (membre) ..... L.L Sirois (LSM)
Comité organisateur (membre) ..... M.C. Campbell (LSM)

INTERNATIONAL MINE VENTILATION CONGRESS (membre) ..... G. Knight (LRM)

ASSOCIATION INTERNATIONALE DE MINÉRALOGIE

Commission de la microscopie des minerais (représentant canadien) ..... L.J. Cabri (LSM)

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION-COMITÉ CONSULTATIF CANADIEN

CERTICO, Homologation (membre) ..... J.A. Bossert (LRM)
HEMCO, Matériaux de référence (président) ..... R.G. Sabourin (LSM)
TC17/SC1, Analyse de l'acier et de la fonte (membre) ..... R.G. Sabourin (LSM)
SC4, Traitement thermique des alliages et découpage des aciers (membres) ..... R.K. Buhr (LRMP)
..... D.E. Parsons (LRMP)
SC6, Méthodes d'essais mécaniques (président) ..... D.E. Parsons (LRMP)
SC7, Méthodes d'essais autres que mécaniques (membre) ..... D.E. Parsons (LRMP)
SC11, Moulage de l'acier (secrétaire) ..... D.E. Parsons (LRMP)
SC15, aciers à rails (membre) ..... D.E. Parsons (LRMP)
TC24 Tamis, tamisage et autres méthodes de granulométrie ..... G.W. Riley (LSM)
(membre) ..... R.K. Buhr (LRMP)
TC25 Fonte (membre) ..... R.G. Sabourin (LSM)
TC26, SC1, Cuivre et alliages de cuivre (membre) ..... W.J. Montgomery (LRE)
TC27, Combustibles minéraux solides (président) ..... J.L. Picard (LRE)
SC1, Préparation du charbon .....

SC2, Charbons bruns et lignites (membre) ..... W.J. Montgomery (LRE)
SC3, Coke (membre) ..... W.R. Leeder (LRE)
WG6, Evaluation des floculants pour la préparation du charbon (convocateur) ..... H.A. Hamza (LRE)
WG9, Broyage (membre) ..... W.J. Montgomery (LRE)
WG12, Plasticité (membre) ..... T.A. Lloyd (LRE)
WG13, Analyse des cendres (secrétaire) ..... W.J. Montgomery (LRE)
TC33, Matériaux réfractaires (membre) ..... K.E. Bell (LSM)
TC56, Mica (président) ..... G.W. Riley (LSM)
TC69, Application de la statistique (membre) ..... R. Sutarno (LSM)
SC6, Précision (représentant canadien) ..... R. Sutarno (LSM)
TC71, Béton (président) ..... V.M. Malhotra (LSM)
TC77, Amiante (membre) ..... G.W. Riley (LSM)
TC79, Métaux légers et leurs alliages (membre) ..... P.J. Todkill (LRMP)
SC1, Métaux légers et leurs alliages (membre) ..... C.H. McMaster (LSM)
TC82, Exploitation minière (président) ..... R. Welwood (BPR)
(membre) ..... A.L. Job (DIT)
TC102, Minerais de fer (président) ..... G.W. Riley (LSM)
(membre) ..... R. Sutarno (LSM)
SC1, Echantillonnage (président) ..... R. Sutarno (LSM)
(membre) ..... G.W. Riley (LSM)
SC2, Analyse chimique (président) ..... R. Sutarno (LSM)
(membre) ..... G.W. Riley (LSM)
Matériaux de référence (représentant canadien) ... R. Sutarno (LSM)
WG7, Statistiques (président) ..... R. Sutarno (LSM)
ISO/TC102/WG12, Méthodes statistiques (convocateur) ... R. Sutarno (LSM)
SC3, Essais physiques de minerais de fer (président) .. J.T. Price (LRE)
(membre) ..... G.W. Riley (LSM)
SC4, Détermination de la grosseur, minerais de fer (président) ..... G.W. Riley (LSM)
(membre) ..... G.W. Riley (LSM)
TC107/SC6, Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques (membre) ..... K.E. Bell (LSM)
TC109, Brûleurs au mazout domestiques (membre) ..... A.C.S. Hayden (LRE)
TC111/SC1, Chaînes (membre) ..... R.K. Buhr (LRMP)
TC119, Essais des matières métallurgiques poudreuses (membre) .. H.M. Skelly (LRMP)
TC146, Qualité de l'air
SC1, Emissions de sources stationnaires (membre) ..... H. Whaley (LRE)
SC2/WG5, Fibres inorganiques (président) ..... G.W. Riley(LSM)
SC2/WG1,5, (membre) ..... G. Knight (LRM)
TC155, Nickel et alliages de nickel (membres) ..... M.J. Lavigne (LRMP)
..... R. Sutarno (LSM)
TC156/WG1, Corrosion des métaux et des alliages/terminologie (membre)..... G.J. Biefer (LRMP)
TC163/SC3,4 Isolation (membre)..... S.S. Wang (LSM)
TC164, Essais mécaniques des métaux (président) ..... P.J. Todkill (PMRL)
(membres) ..... A.F. Crawley (LRMP)
..... O. Vosikovsky (LRMP)
TC166, Objets céramiques en contact avec les aliments (membre) . K.E. Bell (LSM)
TC175, Fluorine (membre) ..... R.M. Buchanan (LSM)

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DE LA TOURBE (vice-président) ..... T.E. Tibbetts (LRE)

Comité national canadien (secrétaire-trésorier) ..... T.E. Tibbetts (LRE)

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DE MÉCANIQUE DES ROCHES

Commission de normalisation des essais en laboratoire et sur le terrain (membre) ..... G. Herget (LRM)

INTERNATIONAL STRATA CONTROL CONFERENCE (7ième) (1982)

Comité international d'organisation (membre) ..... T.S. Cochrane (LRM)

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AEROSOLS IN THE MINING AND INDUSTRIAL WORK ENVIRONMENT

Comité des programmes (membre) ..... G. Knight (LRM)

INTERNATIONAL THERMAL CONDUCTIVITY CONFERENCE (directeur) ..... V.V. Mirkovich (LSM)

ASSOCIATION INTERNATIONALE DE TRAVAUX EN SOUTERRAIN

Bureau canadien des travaux en souterrain (membre) ..... L. Geller (LRM)

13ième CONGRÈS ET ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DE L'UNION INTERNATIONALE DE CRISTALLOGRAPHIE

Comité d'organisation (membres) ..... K.S. Milliken (LRMP)
..... C.M. Mitchell (LRMP)
Microsymposium sur les nouveaux détecteurs (vice-président) .... K.S. Milliken (LRMP)
Comité des expositions commerciales (président) ..... C.M. Mitchell (LRMP)
(membre) ..... K.S. Milliken (LRMP)
Comité des expositions non commerciales (président) ..... C.M. Mitchell (LRMP)
(membre) ..... K.S. Milliken (LRMP)
Etudes cristallographiques sous pression contrôlée
(vice-président) ..... C.M. Mitchell (LRMP)
Renouveau de la diffraction des poudres (vice-président) ..... C.M. Mitchell (LRMP)

28ième CONGRÈS DE L'UNION INTERNATIONALE DE CHIMIE PURE ET APPLIQUÉE
(président de session) ..... J.E. Dutrizac (LSM)

RÉUNION INTERNATIONALE DES LABORATOIRES D'ESSAIS ET DE RECHERCHES SUR LES MATÉRIAUX ET LES CONSTRUCTIONS

Comité 42 CEA, Développement rapide de la résistance
du béton (membre) ..... V.M. Malhotra (LSM)

JOURNAL OF SEPARATION PROCESS TECHNOLOGY

Conseil de rédaction (membre) ..... G.M. Ritcey (LSM)

NATIONAL COMMITTEE FOR WORLD HYDROGEN ENERGY CONFERENCE 1984
(membre) ..... S.M. Ahmed (LSM)

AGENCE DE L'OCDE POUR L'ÉNERGIE NUCLEAIRE/AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE

Groupe de travail sur l'extraction de l'uranium
(vice-président) ..... M.C. Campbell (LSM)

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE

Sous-comité sur le nitrate d'ammonium (membre) ..... J.A. Darling (LRM)
Groupe international de spécialistes sur les
substances instables (membre) ..... J.A. Darling (LRM)
Transport à longue distance de la pollution de l'air
(membre) ..... H. Whaley (LRE)
Utilisation de la chaleur perdue (membre) ..... F.D. Friedrich (LRE)
Comité des politiques scientifique et technologique
(représentant du ministère) ..... V. Caron (LRMP)

SCIENCE AND TECHNOLOGY OF TRIBUTYL PHOSPHATE

Conseil de rédaction (membre) ..... G.M. Ritcey (LSM)

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

AIR POLLUTION CONTROL ASSOCIATION

Chauffage résidentiel (membre) ..... A.C.S. Hayden (LRE)

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE

Comité 214, évaluation de la résistance (président) ..... V.M. Malhotra (LSM)

AMERICAN CONFERENCE ON GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS -
AMERICAN INDUSTRIAL HYGIENE ASSOCIATION

Comité sur la technologie des aérosols ..... G. Knight (LRM)

AMERICAN DEEP DRAWING RESEARCH GROUP (membre) ..... A.F. Crawley (LRMP)

AMERICAN FOUNDRYMEN'S SOCIETY

Division du laiton et du bronze (membre) ..... M. Sahoo (LRMP)
Comité de recherche sur le fer ductile ..... R.K. Buhr (LRMP)
Commission de rédaction, International Cast Metals Journal
(membre) ..... R.K. Buhr (LRMP)

AMERICAN INSTITUTE OF MINING, METALLURGICAL
AND PETROLEUM ENGINEERS

Comité des procédés électrolytiques (membre) ..... D.J. MacKinnon (LSM)
Session sur l'hydrométallurgie, Las Vegas (président) ..... G.M. Ritcey (LSM)
Transf. métal. (lecteur invité) ..... J.E. Dutrizac (LSM)

AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS

Comité de recherche de la Division de lutte contre la pollution
(membre) ..... H. Whaley (LRE)
Comité de recherche sur les combustibles (membres) ..... G.K. Lee (LRE)
..... T.D. Brown (LRE)
Comité de recherche sur la corrosion et les dépôts dus aux gaz
de combustion (membre) ..... G.K. Lee (LRE)
Groupe d'étude sur la conversion de l'énergie ..... G.K. Lee (LRE)

AMERICAN SOCIETY FOR METALS

Conseil consultatif technique (membre) ..... J.D. Boyd (LRMP)
Section locale de la vallée de l'Outaouais
(secrétaire-trésorier) ..... R.W. Revie (LRMP)
(secrétaire-trésorier adjoint) ..... J.T. McGrath (LRMP)
(président du comité de l'enseignement) ..... M. Sahoo (LRMP)

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS

Groupe d'étude sur les résidus de l'exploitation minière
(membre) ..... R.K. Collings (LSM)
C9 Béton (secrétaire) ..... V.M. Malhotra (LSM)
C-9-02-05 essais non-destructifs du béton (président) . V.M. Malhotra (LSM)
D-5 Charbon et coke (président) ..... W.J. Montgomery (LRE)
D-5-02 Nomenclature et définitions (membre) ..... W.J. Montgomery (LRE)
D-5-07 Propriétés physiques du charbon (membre) ..... T.A. Lloyd (LRE)
D-5-15 Plasticité et gonflement (membre) ..... T.A. Lloyd (LRE)
D-5-21 Méthodes d'analyse (membre) ..... W.J. Montgomery (LRE)
D-5-22 Essais physiques du coke (membre) ..... T.A. Lloyd (LRE)
D-5-27 Groupe américain ISO/TC-27 (membre) ..... W.J. Montgomery (LRE)
D-5-28 Analyse pétrographique du charbon (membres) .... B.N. Nandi (LRE)
.... J.G. Jorgensen (LRE)
D-5-29 Eléments majeurs et éléments-traces (membre) ... W.J. Montgomery (LRE)
E07-02-01 Alliages de magnésium (président) ..... B. Lagowski (LRMP)
E09, Fatigue (membre) ..... O. Vosikovsky (LRMP)
E16, Echantillonnage et analyse des minerais métalliques
et matières connexes (membre) ..... R. Sutarno (LSM)
E-24, Essais de rupture des métaux (membre) ..... O. Vosikovsky (LRMP)
E-24-04-05, Essais sur les fissures par fatigue en milieu aqueux
(membre) ..... O. Vosikovsky (LRMP)
E-28, Essais mécaniques (membre) ..... P.J. Todkill (LRMP)
E-38-06, Matériaux de construction provenant de matières
récupérées (membre) ..... R.K. Collings (LSM)

INSTRUMENT SOCIETY OF AMERICA

Comité SP-12, Instruments destinés aux emplacements dangereux
(membre) ..... J.A. Bossert (LRM)

Sous-comité SP-12-13, Détecteurs de gaz combustibles (membre) ..... G. Lobay (LRM)

MINERALOGICAL SOCIETY OF AMERICA

Comité de sélection des boursiers (président) ..... J.L. Jambor (LSM)

NATIONAL ASSOCIATION OF CORROSION ENGINEERS

Comité sectoriel des inhibiteurs (membre) ..... G.R. Hoey (LSM)
Comité sectoriel T-1F, Métallurgie des matériels d'exploitation des champs pétrolifères (membre) ..... G.J. Biefer (LRMP)
Groupe d'étude T-1F-1, Matériaux métalliques résistant à la corrosion par les sulfures, pour l'exploitation des champs pétrolifères (membre) ..... G.J. Biefer (LRMP)
Groupe d'études T-1F-9, Techniques d'essais sur les métaux pour la fissuration par corrosion par les sulfures (membre) ..... G.J. Biefer (LRMP)
Groupe d'études T-1F-17, Données relatives à la corrosion par les sulfures obtenues par le procédé NACE d'essai de traction (membre) ..... G.J. Biefer (LRMP)
Groupe d'étude T-1F-20, Fissuration des aciers de canalisations (membre) ..... R.W. Revie (LRMP)
Comité sectoriel T-3N, Corrosion due aux sels de déglaçage (membre) ..... R.D. McDonald (LRMP)

NATIONAL RESEARCH COUNCIL

Commission de la recherche sur les transports
Comité A2-E03, propriétés mécaniques du béton (président) ..... V.M. Malhotra (LSM)

USBM ALUMINA STEERING COMMITTEE (observateur) ..... C.A. Hamer (LSM)

U.S./CANADA COOPERATIVE AGREEMENT ON OIL SANDS

Comité conjoint sur le traitement de l'eau (membre) ..... H.A. Hamza (LRE)

U.S./CANADA INTERAGENCY WOOD COMBUSTION RESEARCH GROUP (membre) ..... A.C.S. Hayden (LRE)

U.S./CANADA RESEARCH COMMITTEE ON THE LONG TRANSPORT OF AIR POLLUTANTS (membre) ..... H Whaley (LRE)

U.S./CANADA STEERING COMMITTEE ON ALUMINA (représentant) ..... C. Hamer (LSM)

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY

Comité des normes et des pratiques pour les mélanges charbon-pétrole (président) ..... H. Whaley (LRE)
Sous-comité sur la combustion (président) ..... H. Whaley (LRE)

WELDING RESEARCH COUNCIL

Comité des alliages de haute résistance (membre) ..... M.J. Lavigne (LRMP)
Sous-comité sur la résistance à la corrosion (membre) . M.J. Lavigne (LRMP)
Sous-comité sur les alliages résistant à la chaleur (membre) ..... M.J. Lavigne (LRMP)
Comité de la soudabilité (membre) ..... Z. Paley (LRMP)

CANADA - FÉDÉRAL

COMMISSION DE CONTRÔLE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE

Comité consultatif sur la sécurité dans les mines (membre alternatif) ..... A.S. Romaniuk (LRM)

COMITÉ DES FORCES ARMÉES CANADIENNES SUR LA PRÉVENTION DE LA CORROSION

Sous-comité d'Ottawa (membre) ..... J.B. Gilmour (LRMP)

OFFICE DES NORMES DU GOUVERNEMENT CANADIEN

Sous-comité des carburants diesels intermédiaires distillés (membre) ..... J.P. Mogan (LRM)
3-GP, Pétrole
Sous-comité des méthodes d'essais (membre) ..... E. Furimsky (LRE)
Sous-comité des carburants intermédiaires distillés (membre) ..... A.C.S. Hayden (LRE)
8-GP, Tamisage, essais, fils tressés (membre) ..... G.W. Riley (LSM)
10-GP, Matériaux réfractaires (membre) ..... K.E. Bell (LSM)
18-GP, Combustibles solides (membre) ..... W.J. Montgomery (LRE)
Combustion stationnaire (président) ..... A.C.S. Hayden (LRE)
48-GP, Essais non destructifs (membre) ..... V. Caron (LRMP)
51-GP, Isolation thermique (membres) ..... S.S. Wang (LSM)
..... A.C.S. Hayden (LRE)
52-GP, Principaux appareils ménagers (membre) ..... R.D. McDonald (LRMP)
53-GP, Cisailles (membre) ..... D.E. Parsons (LRMP)
75-GP, Carreaux de céramique (membre) ..... K.E. Bell (LSM)

COMMISSION CANADIENNE DU TRANSPORT

Comité des spécifications sur les hélices en acier moulé (membre) ..... D.E. Parsons (LRMP)

CANMET

Comité pour l'amélioration de l'environment (membre) ..... R.K. Buhr (LRMP)
Comité sur la rédaction et les communications (président) .. C. Mamen (DIT)
(membres) .... J. Collins-DeCotret (DIT)
.... J. Metz (DIT)
.... J. Scott (LRM)

CONSEIL DES BIBLIOTHÈQUES FÉDÉRALES

Comité de direction (membre) ..... J.E. Kanasy (DIT)
Comité sur la rationalisation des collections (vice-président) ..... J.E. Kanasy (DIT)
Sous-comité des services de transmission des bibliothèques (membre) ..... G.M. Peckham (DIT)

ÉNERGIE, MINES ET RESSOURCES CANADA

Programme Canada/Saskatchewan sur les huiles lourdes (membre) ..... H.A. Hamza (LRE)
Comité conseil canadien sur l'hydrogène (membre) ..... S.M. Ahmed (LSM)
Comité de liaison de CANMET sur l'hydrocraquage (président) ..... J.M. Denis (LRE)
Comité sur le système métrique du CANMET (agent de la conversion du système métrique) ..... B. Nebesar (LSM)
Comité d'étude 4 (membres) ..... M.J. Lavigne (LRMP)
..... B. Nebesar (LSM)
Comité sectoriel 4.1 (membres) ..... M.J. Lavigne (LRMP)
..... B. Nebesar (LSM)
Comité technique SPOC du CANMET (Simulated Processing of Ore and Coal) (membre) ..... M.W. Mikhail (LRE)
Comité sur le charbon (membres) ..... T.S. Cochrane (LRM)
..... T.E. Tibbetts (LRE)
Sous-comité d'évaluation des réserves de charbon (membre) .. A.S. Romaniuk (LRM)
Comité de coordination du charbon (membre) ..... D.A. Reeve (BPR)
Comité des bibliothécaires en chef (membre) ..... G.M. Peckham (DIT)
Comité sur les économies d'énergie (membre) ..... V.A. Haw (BDG)
Comité sur l'hygiène et la sécurité professionnelles (membre) ..... A. Hitchen (LSM)

Comité sur l'exploitation minière en milieu marin
(membres) ..... D.J. MacKinnon (LSM)
..... P. Pint (LSM)
..... L.A. Hicks (DIT)
Comité sur le confinement des déchets radioactifs (membre) . G. Larocque (LRM)
Comité d'évaluation des ressources en zinc (membre) ..... E.G. Joe (LSM)
Groupe des utilisateurs de données du Centre d'informatique
(membre) ..... W.S. Bowman (LSM)
Groupe de travail sur la formation et les communications
du Centre d'informatique (membre) ..... R.F. Pilgrim (LSM)
Comité des politiques informatiques (membre) ..... V.A. Haw (BDG)
Comité des usages de l'ordinateur (membre) ..... F.J. Kelly (LSM)
Comité technique consultatif pour la mise au point
de nouveaux procédés DREE, N.- B. (membre) ..... W.J. Craigen (LSM)
Groupe de travail 3B Etats-Unis/Canada
Mémoire déclaratif d'intention concernant
la pollution transfrontière (membre) ..... W.J. Craigen (LSM)
Groupe de travail Canada/Ontario sur l'étude
Inco/Falconbridge (membre) ..... W.J. Craigen (LSM)
(substitut) ..... C.A. Hamer (LSM)
Comité sur les économies d'énergie (membre) ..... V.A. Haw (BDG)
Liaison entre les directions, minéraux industriels (membres) ... K.E. Bell (LSM)
... R.M. Buchanan (LSM)
... R.K. Collings (LSM)
... G.W. Riley (LSM)
... H.S. Wilson (LSM)
Groupe de travail du comité consultatif national sur
l'exploitation minière et l'industrie des métaux non
ferreux (représentant) ..... P. Pint (LSM)
Recherche métallurgique (secrétaire) ..... R.M. Buchanan (LSM)
Comité mixte pour la recherche sur les activités
professionnelles et la protection de l'environnement
dans la production de l'uranium (secrétaire) ..... R. Tervo (LRM)
(membre) ..... J. Bigu (LRM)
Comité de coordination du pétrole et du gaz (membre) ..... J.M. Denis (LRE)
Comité pour l'enrayement de résidus radioactifs (membre) ..... G. Larocque (LRM)
Comité sur la sécurité (membre) ..... R.E. Horton (LSM)
Comité sur l'information scientifique et technique (membre) .... J.E. Kanasy (DIT)
Comité des publications (membre) ..... J.E. Kanasy (DIT)
Groupe d'évaluation des ressources et des réserves (membre) .... T.E. Tibbetts (LRE)
Groupe d'étude sur l'exploitation minière et la
machinerie d'usinage (président) ..... M.C. Campbell (LSM)
Comité de coordination de l'uranium (membre) ..... M.C. Campbell (LSM)
Groupe d'évaluation des ressources d'uranium,
Comité de direction (membres) ..... T.S. Cochrane (LMR)
..... R.J. Welwood (BPR)
Sous-comité sur l'évaluation des ressources
additionnelles d'uranium (membre) ..... R.J. Welwood (BPR)
Sous-comité sur l'économie de l'offre et de la
demande d'uranium (membre) ..... R.J. Welwood (BPR)
Groupe d'évaluation des ressources d'uranium (membres) ..... R.J. Welwood (BPR)
..... M.C. Campbell (LSM)
Sous-comité sur les réserves presque certaines
d'uranium (président) ..... R.J. Welwood (BPR)

ENVIRONNEMENT CANADA

Groupe de travail sur les normes des effluents des
mines d'or (membres) ..... D.J. Berkley (LSM)
..... E.G. Joe (LSM)

COMITÉ TECHNIQUE FÉDÉRAL-PROVINCIAUX DES INVENTAIRES DE CHARBON

Sous-comité sur le charbon Canada/Nouvelle-Ecosse (membre) . T.E. Tibbetts (LRE)

COMITÉ DE DIRECTION FÉDÉRAL-PROVINCIAUX DES RÉSIDUS DES MINES
D'URANIUM (membre) ..... V.A. Haw (BDG)

INDUSTRIE ET COMMERCE CANADA

Groupe d'étude intergouvernemental fédéral-provincial sur l'amiante (membre) ..... G.W. Riley (LSM)
Sous-Groupe fédéral/provincial sur la mesure des fibres d'amiante (président) ..... G.W. Riley (LSM)
Programme coopératif de recherches (CAN/EC) sur la mesure des fibres d'amiante (coordonnateur) ..... G.W. Riley (LSM)
Groupe pour la revue des progrès techniques pour les contrats PIMD et IMDE (membre) ..... T.A. Wheat (LSM)

INTERMINISTÉRIEL

Normes pour les émissions automobiles ..... A.C.S. Hayden (LRE)
Sous-comité technique de R & D en automobile (membre) ..... A.F. Crawley (LRMP)
Groupe de travail 3B du Comité de direction sur la pollution atmosphérique transfrontière CANADA/ÉTATS-UNIS (membre substitut) ..... C.A. Hamer (LSM)
Comité de gestion du procédé d'hydrocraquage du CANMET (président) ..... J.M. Denis (LRE)
Énergie de la forêt (ENFOR) (membre) ..... D.J. Patmore (LRE)
Sous-comité de la conversion (membre) ..... D.J. Patmore (LRE)
Comité des combustibles (membre) ..... F.D. Friedrich (LRE)
Utilisation future des combustibles liquides (membre) ..... A.C.S. Hayden (LRE)
Modernisation et additifs (membre) ..... A.C.S. Hayden (LRE)
Groupe de travail sur l'évaluation de la hauteur des cheminées (membre) ..... H. Whaley (LRE)
Comité interministériel sur la prévision technologie (représentant de CANMET) ..... W.J. Craigen (LSM)

SCIENCES ET TECHNOLOGIE

Accord S & T Can/République Fédérale d'Allemagne (amiante) (coordonnateur canadien) ..... G.W. Riley (LSM)

BIBLIOTHÈQUE NATIONALE

Sous-comité sur les collections en science et en technologie (président) ..... J.E. Kanasy (DIT)

CONSEIL NATIONAL DE RECHERCHES

Comité associé sur les matériaux et les constructions aérospatiaux (membre) ..... A.J. Williams (LRMP)
Comité associé de recherches géotechniques
Sous-comité du muskeg (membre) ..... T.E. Tibbetts (LRE)
Comité technique de liaison sur l'équipement de la police
Sous-comité, Section 2, Produits chimiques (membre) ... J.A. Darling (LRM)
Comité de tribologie (membre) ..... J.C. Saiddington (LRMP)
Sous-comité de tribologie sur la recherche et l'éducation (membre) ..... J.C. Saiddington (LRMP)
Comité d'aide à la recherche industrielle (membre) ..... G.W. Riley (LSM)

TRANSPORT CANADA

Comité de direction sur le transport en pipe-lines des boues de charbon (membre) ..... M.W. Mikhail (LRM)
Comité technique sur les marchandises dangereuses (membre) . J.A. Darling (LRM)
Sous-comité conseil au délégué canadien de l'Organisation Internationale Maritime (membre) ..... J.A. Darling (LRM)
Comité du transport en vrac (membre) ..... H.F. Steger (LSM)
Comité des tôles de navires (membre) ..... D.E. Parsons (LRMP)
Comité des moulages d'hélices (membre) ..... D.E. Parsons (LRMP)
Comité des bouteilles de propane (membre) ..... D.E. Parsons (LRMP)
Récipients sous pression dangereux (membre) ..... D.E. Parsons (LRMP)

CANADA - DIVERS

AIR INDUSTRIES ASSOCIATION OF CANADA

Sous-comité sur les matériaux et le traitement (membre) .... A.J. Williams (LRMP)

ALBERTA RESEARCH COUNCIL

Comité conseil sur le gazéification souterraine du charbon (membre) ..... R.N. Chakravorty (LRM)

ARCTIC STEEL PROPERTIES REVIEW COMMITTEE (membres) ..... R.D. Warda (LRMP)
..... L.P. Trudeau (LRMP)

CAMBRIAN COLLEGE OF APPLIED ARTS AND TECHNOLOGY

Comité consultatif sur la géologie minière (membre) ..... G. Zahary (LRM)
Canadian Geotechnical Society, Ottawa Geotechnical Group Program Committee (membre) ..... M. Gyenge (LRM)
Sous-comité sur le percement des tunnels (membre) ..... M. Gyenge (LRM)

SOCIÉTÉ CANADIENNE DE RECHERCHES SUR LA CARBONISATION ..... J.C. Botham (LRE)

Comité technique (secrétaire) ..... D.A. Reeve (BPR)

SOCIÉTÉ CANADIENNE DE LA CÉRAMIQUE

(Rédacteur en chef du journal)..... K.E. Bell (LSM)
(Rédacteur adjoint du journal)..... T.A. Wheat (LSM)
Division de la science de base de l'électronique (directeur) ..... T.A. Wheat (LSM)
Comité de liaison industrie-université sur la recherche et le développement de la céramique au Canada (membre) ..... T.A. Wheat (LSM)

CANADIAN COAL PETROGRAPHERS GROUP (secrétaire) ..... B.N. Nandi (LRE)
(membre) ..... J.G. Jorgensen (LRE)

CANADIAN COMMITTEE FOR RESEARCH ON STRENGTH AND FRACTURE OF MATERIALS (membre) ..... W.R. Tyson (LRMP)

CANADIAN COMMITTEE ON ELECTRICAL/MECHANICAL MINE SAFETY (membre) ..... J.A. Bossert (LRM)

CANADIAN CONTINUOUS STEEL CASTINGS RESEARCH GROUP (président) .. R. Thomson (LRMP)

CANADIAN COORDINATING COMMITTEE ON TUNELLING AND UNDERGROUND EXCAVATION (membres de l'exécutif) ..... L. Geller (LRM)
..... M. Gyenge (LRM)

CANADIAN GALVANIZING RESEARCH ASSOCIATION

Comité ZM-189, fissuration des soudures dans les pylônes de transmission (président) ..... R.D. McDonald (LRMP)

ASSOCIATION CANADIENNE DU GAZ

Comité des normes (membre) ..... G.K. Lee (LRE)
Comité sur le contrôle de la corrosion (membre) ..... R.W. Revie (LRMP)
Comité sur la prévention de la corrosion (membre) ..... G.J. Biefer (LRMP)
Comité sur les appareils au gaz employés dans les atmosphères dangereuses (membre) ..... E.D. Dainty (LRM)

INSTITUT CANADIEN DE RECHERCHES SUR LES GAZ (directeur) ..... G.K. Lee (LRE)

SOCIÉTÉ CANADIENNE DE GÉOTECHNIQUE

Groupe géotechnique d'Ottawa (membre exécutif) ..... M. Gyenge (LRM)
Sous-comité sur les tunnels (membre) ..... M. Gyenge (LRM)

CANADIAN INSTITUTE OF ENERGY (directeur) ..... F.D. Friedrich (LRE)

Division d'Ottawa (trésorier) ..... E.J. Anthony (LRE)

INSTITUT CANADIEN DES MINES ET DE LA MÉTALLURGIE

Direction d'Algoma (vice-président) ..... P. Miles (LRM)
(secrétaire-trésorier) ..... M. Gangal (LRM)
(directeur de la publicité) ..... B. Muir (LRM)
Comité de préparation de bulletin et des publications
(représentant de la Division du charbon) ..... A.S. Romaniuk (LRM)
Division de l'extraction des métaux ..... R.J. Welwood (BPR)
(représentant de la Société métallurgique) ..... D.K. Faurschou (LRE)
Conseil de rédaction (membre) ..... J.E. Dutrizac (LSM)
Division de Calgary (directeur) ..... A.S. Romaniuk (LRM)
Canadian Metallurgical Quarterly
Comité de rédaction (membre) ..... J.E. Dutrizac (LSM)
Comité des bourses (membre) ..... J.E. Dutrizac (LSM)
Comité central des publications (membres) ..... R.M. Buchanan (LSM)
..... D.K. Faurschou (BPR)
Division du charbon (secrétaire) ..... T.E. Tibbetts (LRE)
Comité des programmes (secrétaire) ..... A.S. Romaniuk (LRM)
Comité sur les applications et les procédés de
l'informatique (représentant) ..... B.M. Das (LRM)
Comité sur les publications (président) ..... T.E. Tibbetts (LRE)
Comité de la technologie (président) ..... T.S. Cochrane (LRM)

Division de la géologie
Comité du symposium (président) ..... W. Petruk (LSM)
Bulletin (rédacteur) ..... W. Petruk (LSM)
Division des minéraux industriels (secrétaire trésorier) ... R.M. Buchanan (LSM)
Société métallurgique
ALCAN and Airey Awards Committee (membre) ..... G.R. Hoey (LSM)
Section de la corrosion (président) ..... G.R. Hoey (LSM)
(secrétaire-trésorier) ..... R.D. McDonald (LRMP)
Conseil de rédaction (membres) ..... J.E. Dutrizac (LSM)
..... J.D. Boyd (LRMP)
Métallurgie historique (membre) ..... J.E. Dutrizac (LSM)
Comité de l'hydrométallurgie (membre) ..... G.M. Ritcey (LSM)
Section hydrométallurgique (président) ..... J.E. Dutrizac (LSM)
Section du fer et de l'acier (membre) ..... R. Thomson (LRMP)
Groupe IX-SX (membre) ..... B.H. Lucas (LSM)
Réunion IX-SX (trésorier) ..... V.N. Saleh (LSM)
(président) ..... B.H. Lucas (LSM)
Comité de génie des matériaux (membre) ..... W.R. Tyson (LRMP)
Section de la pyrométallurgie des métaux non ferreux
(ancien président) ..... A.H. Webster (LSM)
Comité exécutif de la direction d'Ottawa (membre) ..... C.J. Adams (LSM)
(vérificateur) .... M.C. Campbell (LSM)
(secrétaire) ..... W.J. Craigen (LSM)
Comité des publications (président) ..... J.D. Boyd (LRMP)
(membre) ..... C.J. Adams (LRE)
Comité des ouvrages spéciaux (président) ..... R.M. Buchanan (LSM)
(membre) ..... D.K. Faurschou (LRE)
Comité des programmes techniques (membres) ..... R.M. Buchanan (LSM)
..... W.R. Leeder (LRE)

CANADIAN JOURNAL OF SPECTROSCOPY

Comité d'administration (membre) ..... A.H. Hardin (LRE)

ASSOCIATION CANADIENNE DES BIBLIOTHÈQUES

Comité sur la liberté intellectuelle (membre) ..... J.E. Kanasy (DIT)

CANADIAN MINERAL ANALYSTS ASSOCIATION (trésorier) ..... R.R. Craig (LSM)

CANADIAN MINERAL PROCESSORS (secrétaire) ..... L.L. Sirois (LSM)

CANADIAN MINERALOGIST, THE (co-rédacteur) ..... L.J. Cabri (LSM)

COMITÉ NATIONAL CANADIEN SUR LA MÉCANIQUES DES ROCHES
(secrétaire-trésorier) ..... D.G.F. Hedley (LRM)

Sous-comité sur les méthodes de concassage non explosives
(membre) ..... M. Gyenge (LRM)
Sous-comité de la pente du roc (membre) ..... G. Herget (LRM)
Sous-comité sur l'enseignement de la mécanique des roches
(membre) ..... G. Herget (LRM)
Sous-comité sur le sautage souterrain ..... J.A. Darling (LRM)
Sous-comité des récompenses (membre) ..... G. Zahary (LRM)

ASSOCIATION CANADIENNE DE LA GESTION DE RECHERCHES (membre) .... V.A. Haw (BDG)

SYMPOSIUM CANADIEN SUR LA MÉCANIQUE DES ROCHES (13ième)
(membre) ..... D.G.F. Hedley (LRM)

Comité d'organisation (membre) ..... D.G.F. Hedley (LRM)

SOCIÉTÉ CANADIENNE DE GÉNIE CHIMIQUE

Section d'Ottawa-Hull, Comité exécutif (membre) ..... R. Ranganathan (LRE)
(secrétaire) ..... J.F. Kelly (LSM)

SOCIÉTÉ CANADIENNE SUR LA SCIENCE DE L'INFORMATION

Section d'Ottawa (vice-président) ..... J.E. Kanasy (DIT)

SOCIÉTÉ CANADIENNE DES MICROBIOLOGISTES

Comité des membres (président) ..... M. Silver (LSM)

SOCIÉTÉ CANADIENNE D'ESSAIS NON DESTRUCTIFS

(membre exécutif du conseil d'administration) ..... V. Caron (LRMP)

ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATION

Assainissement de l'air (membre) ..... H. Whaley (LRE)
Application des méthodes statistiques (membre) ..... R. Sutarno (LSM)
Code canadien de l'électricité, Partie I
Sous comités chargés des sections 18, 20 et 24
(membre) ..... J.A. Bossert (LRM)
Code canadien de l'électricité, partie II (membre) ..... J.A. Bossert (LRM)
Enceinte à l'épreuve des explosions pour la
Classe I, Groupes A, B, C et D, situations
dangereuses (membre) ..... J.A. Bossert (LRM)
Appareils d'éclairage pour situations dangereuses
(membre) ..... G. Lobay (LRM)
Moteurs électriques et génératrices pour situation dangereuses
(membre) ..... G. Lobay (LRM)
Equipement pour la détection des gaz combustibles
(membre) ..... G. Lobay (LRM)
Equipement sûr et ininflammable pour situations
dangereuses (vice-président) ..... J.A. Bossert (LRM)
Prise de courant et fiches pour situations dangereuses
(membre) ..... G. Lobay (LRM)
Cables pour situations dangereuses (membre) ..... G. Lobay (LRM)
Code canadien de l'électricité, Partie V
Utilisation de l'électricité dans les mines (membre) .. J.A. Bossert (LRM)
Fonte (membre) ..... R.K. Buhr (LRMP)
Comité sur les aggrégats et le béton A.23.1, A.23.2, A.24.3
(membre) ..... V.M. Malhotra (LSM)
Comité sur le ciment (A.5.) (membre) ..... G.G. Carette (LSM)
Comité sur les outils électriques Z166 (membre) ..... J.A. Darling (LRM)
Groupe d'étude sur la résistance à l'entaille (membre) ..... J.T. McGrath (LRMP)
Gypse et chaux (membre) ..... R.K. Collings (LSM)
Sous-comité de la rédaction (président) ..... R.K. Collings (LSM)
Performance des incinérateurs (membre) ..... F.D. Friedrich (LRE)
Installation de l'équipement fonctionnant au mazout
(membre) ..... A.C.S. Hayden (LRE)

Plomb et alliages de plomb (membre) ..... A. Couture (LRMP)
Isolants thermiques minéraux (membre) ..... S.S. Wang (LSM)
Nickel et alliages de nickel (membre) ..... M.J. Lavigne (LRMP)
Métallurgie des métaux non ferreux (président) ..... J.O. Edwards (LRMP)
(membre) ..... C.H. McMaster (LSM)
Éléments constitutifs des centrales nucléaires (membre) .... L.P. Trudeau (LRMP)
Pipelines (membre) ..... W.R. Tyson (LRMP)
Matériaux pour pipelines (membre) ..... J.T. McGrath (LRMP)
Registres positifs de cheminée (membre) ..... A.C.S. Hayden (LRE)
Propriétés des matériaux (membre) ..... W.R. Tyson (LRMP)
Propriétés des matériaux de construction des pipelines
(sous-comité mixte) (membre) ..... D.R. Bell (LRMP)
Modification des brûleurs à mazout (membre) ..... R.W. Braaten (LRE)
Échantillonnage et mesure des émissions (président) ..... H. Whaley (LRE)
Appareil de combustion des combustibles solides (membre) ... R.W. Braaten (LRE)
Méthodes statistiques pour vérification de l'inventaire
des matériaux nucléaires (membre) ..... R. Sutarno (LSM)
Comité de direction des normes de sécurité électrique
et mécanique dans les mines (vice-président actuel) ..... J. Bossert (LRM)
Pièces moulées en acier (membre) ..... D.E. Parsons (LRMP)
Chaînes en acier (membre) ..... R.K. Buhr (LRMP)
Tube de canalisation en acier (recherche) (membre) ..... W.R. Tyson (LRMP)
Acier de construction (membre) ..... R.F. Knight (LRMP)
Comité technique des véhicules diesels souterrains
(président actuel) ..... E.D. Dainty (LRMP)
Sous-comité du soudage (membre) ..... J.T. McGrath (LRMP)
Zinc et alliages de zinc (membre) ..... A. Couture (LRMP)

CANADIAN STEEL INDUSTRY COMMITTEE ON COPPER CASTINGS
(président) ..... R.K. Buhr (LRMP)

CANADIAN URNAIUM PRODUCERS' METALLURGICAL COMMITTEE

Sous-comité analytique (membre) ..... J.L. Dalton (LSM)
(secrétaire) ..... G.M. Ritcey (LSM)

CENTRE FOR RESOURCE STUDIES QUEEN'S UNIVERSITY

Conseil d'administration (membre) ..... W.G. Jeffery (BDG)

INSTITUT DE CHIMIE DU CANADA (conseiller) ..... B.B. Pruden (LRE)

Conférence canadienne de chimie 1980 (président
de la session) ..... J.E. Dutrizac (LSM)
Technologie de dépollution pour les sources d'énergie
(président de la session) ..... P. Pint (LSM)
Division de la catalyse (vice-président) ..... M. Ternan (LRE)
Comité des scrutateurs (président) ..... J.C. Hole (LSM)
Exécutif de la section d'Ottawa-Hull (membre) ..... K. Belinko (LRE)
(membre) ..... C.W. Smith (LSM)
Comité de la conférence 1980 ..... C.P. Khulbe (LRE)

CENTRE DE RECHERCHES SUR L'EXPLOITATION MINIÈRE DU CHARBON

Comité consultatif technique (membre) ..... G. Zahary (LRM)
Préparation du charbon (membre) ..... W.R. Leeder (LRE)

ASSOCIATION CANADIENNE DE RECHERCHES SUR LA PRÉPARATION DU CHARBON

Comité technique (secrétaire) ..... W.R. Leeder (LRE)

SOCIÉTÉ ÉLECTROCHIMIQUE

Section Ontario-Québec
Symposium de l'automne 1980 (président) ..... S.M. Ahmed (LSM)
(vice-président) ..... P. Pint (LSM)
Comité des membres (président) ..... P. Pint (LSM)
Comité des octrois (président) ..... P. Pint (LSM)
Comité exécutif (membre) ..... R.W. Revie (LRMP)

GROUPE D'ÉTUDE SUR LA VENTILATION DES MINES D'ELLIOT LAKE
(membres) ..... G. Knight (LRM)
..... M. Savich (LRM)
..... J. Bigu (LRM)

INSTITUT D'ADMINISTRATION DES ARTS GRAPHIQUES DE LA FONCTION PUBLIQUE (membre) ..... E. Atkinson (DIT)

HAILEYBURY SCHOOL OF MINES

Comité consultatif (membre) ..... R. Tervo (LRM)

HOUSING AND URBAN DEVELOPMENT ASSOCIATION OF CANADA (HUDAC)

Comité sur les exigences futures en matière de conditonnement de l'espace (membre) ..... A.C.S. Hayden (LRE)

INSTITUT DE GÉNIE DES MATÉRIAUX

Comité consultatif (membre) ..... V.A. Haw (BDG)

INSTITUT D'ADMINISTRATION GÉNÉRALE DE LA FONCTION PUBLIQUE
(membre) ..... J.E. Kanasy (DIT)

PROJET MIXTE DES COMPAGNIES D'ACIER

Comité technique consultatif sur les tôles d'acier (membre) . A.F. Crawley (LRMP)

ASSOCIATION MINÉRALOGIQUE DU CANADA

Conseil (membre d'office) ..... L.J. Cabri (LSM)
Résumés minéralogiques (contributeur) ..... J.A. Soles (LSM)

COMITÉ CONSULTATIF NATIONAL SUR LA RECHERCHE MINIÈRE ET MÉTALLURGIQUE

(vice-président) ..... W.G. Jeffery (BDG)
(membre) ..... V.A. Haw (BDG)

OTTAWA VALLEY ELECTRON BEAM GROUP (co-président) ..... R.H. Packwood (LRMP)

INSTITUT PROFESSIONNEL DE LA FONCTION PUBLIQUE DU CANADA

Groupe exécutif de chimie (président) ..... G.A. Hunt (LSM)
Comité des désignations (membre) ..... A.J. Gilmore (LSM)

ASSOCIATION DES MINES D'AMIANTE DU QUÉBEC

Comités techniques sur les essais (membre) ..... G.W. Riley (LSM)

SASKATCHEWAN RESEARCH COUNCIL

Comité spécial pour le soutien technique dans l'industrie de l'uranium (membre) ..... G. Zahary (LRM)

SAULT COLLEGE, ELLIOT LAKE

Comité consultatif sur le cours de technologie de l'aération
(membres) ..... M. Gangal (LRM)
..... G. Knight (LRM)

SENIOR ELECTRICAL/MECHANICAL INSPECTORS OF MINES (membre) ..... J.A. Bossert (LRM)

SOCIÉTÉ DE SPECTROGRAPHIE DU CANADA

Comité de travail pour le projet sur les matériaux de référence (membre) ..... R.D. McDonald (LRMP)

SOCIÉTÉ DE SPECTROSCOPIE DU CANADA

Canadian Journal of Spectroscopy (rédacteur technique) ..... G.L. Mason (LSM)
Comité du journal (membre) ..... G.L. Mason (LSM)
Comité exécutif national (secrétaire) ..... J.L. Dalton (LSM)
Comité des nominations (membre) ..... G.L. Mason (LSM)
Comité organisateur (membre) ..... V.H.E. Rolko (LSM)
Publicité (président) ..... C.W. Smith (LSM)

UNDERWRITERS LABORATORIES OF CANADA/ASSOCIATION CANADIENNE DE NORMALISATON

Comité conjoint sur les appareils de chauffage au bois
(membre) ..... A.C.S. Hayden (LRE)

UNIVERSITÉ DE L'ALBERTA

Comité consultatif au "Department of Mineral Engineering"
(membre) ..... G. Zahary (LRM)

WELDING INSTITUTE OF CANADA

Conseil (membre) ..... V.A. Haw (BDG)